

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

TEMA:

Diseño de un tablero didáctico automatizado con PLC logo para pruebas de arranque de motores y sistemas de control industrial eléctrico para el laboratorio de electrónica de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

AUTOR:

Montoya Jiménez Josué Stalin

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

TUTOR:

Ing. Mero Vallas, Alexander Ronald MSc.

Guayaquil, Ecuador

25 de agosto del 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

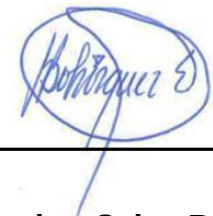
CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Montoya Jiménez Josué Stalin**, como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERÍA ELÉCTRICA**.

TUTOR

f. 
Ing. ALEXANDER RONALD MERO VALLAS, MSc.

DIRECTOR DE LA CARRERA



Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, Ph.D.

Guayaquil, a los 25 del mes de agosto del año 2025



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Montoya Jiménez Josué Stalin

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Diseño de un tablero didáctico automatizado con PLC logo para pruebas de arranque de motores y sistemas de control industrial eléctrico para el laboratorio de electrónica de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, previo a la obtención del título de INGENIERÍA ELÉCTRICA**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 25 del mes de agosto del año 2025

EL AUTOR

f. 
Montoya Jiménez Josué Stalin



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

AUTORIZACIÓN

Yo, Montoya Jiménez Josué Stalin

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Diseño de un tablero didáctico automatizado con PLC logo para pruebas de arranque de motores y sistemas de control industrial eléctrico para el laboratorio de electrónica de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 25 del mes de agosto del año 2025

EL AUTOR:

f. _____
Montoya Jiménez Josué Stalin

REPORTE COMPILATIO



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Tesis_Montoya_Jimenez_Josue_Stalin

2%
Textos
sospechosos



2% Similitudes

< 1% similitudes entre comillas

< 1% entre las fuentes mencionadas

4% Idiomas no reconocidos (ignorado)

5% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: Tesis_Montoya_Jimenez_Josue_Stalin.docx

ID del documento: 869123290d2111313f829b4a0613e846fde176a3

Tamaño del documento original: 5,57 MB

Depositante: Alexander Ronald Mero Vallas

Fecha de depósito: 25/8/2025

Tipo de carga: interface

fecha de fin de análisis: 25/8/2025

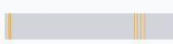
Número de palabras: 10.924

Número de caracteres: 83.067

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 localhost Estudio y análisis de las TICs, plataformas virtuales y simuladores com... http://localhost:8080/xmlui/bitstream/3317/18015/3/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-420.pdf.txt 42 fuentes similares	2%		 Palabras idénticas: 2% (271 palabras)
2	 repositorio.ucsg.edu.ec Diseño e implementación de módulos didácticos para ... http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/9243/1/T-UCSG-PRE-TEC-IECA-71.pdf 35 fuentes similares	2%		 Palabras idénticas: 2% (208 palabras)
3	 TESIS PARRALES CORREGIDO.docx TESIS PARRALES CORREGIDO #2ee091 Viene de de mi grupo 37 fuentes similares	2%		 Palabras idénticas: 2% (188 palabras)
4	 localhost Diseño y construcción de un tablero didáctico para el control de veloci... http://localhost:8080/xmlui/bitstream/3317/1608/3/T-UCSG-PRE-TEC-IECA-6.pdf.txt 29 fuentes similares	1%		 Palabras idénticas: 1% (143 palabras)
5	 repositorio.ucsg.edu.ec Diseño eléctrico de subestación de 5 MVA 69/13.8 KV e... http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/23462/3/UCSG-C432-22977.pdf 30 fuentes similares	1%		 Palabras idénticas: 1% (144 palabras)

f. 

Ing. ALEXANDER RONALD MERO VALLAS, MSc.

Ing. ALEXANDER RONALD MERO VALLAS, MSc.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, por darme la sabiduría, la fuerza y la vida para alcanzar esta meta. A mi madre, por su amor incondicional y su constante apoyo; a mi padre, por su esfuerzo y ejemplo de perseverancia; a mi hermano, por estar siempre a mi lado con palabras de aliento; y a toda mi familia, que en cada momento estuvo presente brindándome su apoyo y cariño. También agradezco profundamente a mis amigos y a las personas cercanas a mí, quienes, con un gesto, una palabra o simplemente su compañía, me ofrecieron su aliento cuando más lo necesitaba. A todos ustedes, gracias por ser parte de este logro.

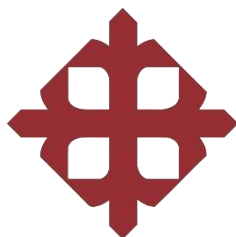
Muchas gracias a todos

Montoya Jiménez Josué Stalin

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con todo mi amor y gratitud a mis padres y a mi hermano, quienes siempre estuvieron a mi lado apoyándome incondicionalmente. Gracias por creer en mí, por sus sacrificios, su paciencia y por ser mi mayor fuente de fuerza y motivación en cada paso de este camino. Este logro también es suyo.

Montoya Jiménez Josué Stalin



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.

**ING. BOHÓRQUEZ ESCOBAR CELSO BAYARDO, Ph.D.
DIRECTOR DE CARRERA**

f.

**ING. UBILLA GONZÁLEZ RICARDO XAVIER, MS.c
COORDINADOR DEL ÁREA DE LA CARRERA**

f.

**ING. WASHINGTON ADOLFO MEDINA MOREIRA, Ph.D.
OPONENTES**

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT	XV
Introducción	2
Capítulo I.....	3
Planteamiento del problema	3
Justificación.....	3
Hipótesis	3
Objetivos generales.....	4
Objetivo específico	4
Metodología	4
Tipo de investigación.....	4
Diagnóstico de necesidades	5
Investigación y análisis teórico	5
Diseño conceptual del tablero didáctico.....	5
Evaluación y validación del diseño	6
CAPITULO II.....	7
Contenido general	7
Automatización Industrial.....	7
Tipos de automatización.....	7
Aplicaciones industriales	8
Controlador lógico programable (PLC)	8
Arquitectura y funcionamiento básico	8
Estructura interna y externa del PLC	9
Estructura interna	9
Selección de entradas	9
Unidad Central de Procesos (CPU)	9
Sección de Salidas	10
Estructura externa del PLC.....	11
Lenguajes de programación basado en la norma (IEC 61131-3)	12
Lenguaje de escalera (LD o LAD).....	12
Diagrama de Bloques Funcionales (FBD)	13
Lenguaje de Texto Estructurado (ST)	13
Esquema de Funciones Secuenciales (SFC).....	14
Lista de Instrucciones (IL).....	15
Software de diseño y simulación	15
AutoCAD electrical	15
Autodesk Inventor.....	16
CADE SIMU.....	17
LOGO Soft Comfort para programación y simulación	17

Materiales para el diseño del tablero eléctrico didáctico	18
Interruptor seleccionador trifásico	18
Pulsador normalmente abierto (NA)	19
Pulsador normalmente cerrado (NC)	19
Selector rotativo de 2 posiciones	20
Selector rotativo de 3 posiciones	20
Luces piloto de señalización eléctricas	21
PLC LOGO	21
Temporizadores electrónicos ON DELAY	22
Temporizadores electrónicos OFF DELAY	23
Relay 8 Pines	23
Contactores	24
Contactos auxiliares	24
Guardamotor	25
Relé térmico	25
Breaker trifásico	26
Diferencial eléctrico	26
Protector de sobretensiones	26
Portafusibles	27
Fusibles	28
Fuente industrial 110V AC-24VDC	28
Riel DIN estándar de 35 mm	29
Canaleta ranurada	29
Terminal punta hueca e1008	30
Socket de conector tipo banana de 4 mm	30
Gabinete eléctrico	31
Motor Trifásico	31
Métodos de arranque y control de motores eléctricos	32
Arranque directo de un motor eléctrico	32
Arranque estrella-triángulo	33
Arranque de motor por variador de frecuencia	34
CAPÍTULO III	35
Diseño del tablero didáctico automatizado	35
Requerimientos del diseño	35
Análisis académicos	35
Análisis técnico	35
Diagramas del tablero didáctico automatizado	36
Tablero de control:	36
Eléctrico industrial	36

Análisis tridimensional del tablero eléctrico	37
Distribución	37
Estimación de recursos	46
Identificación de componentes para el tablero.....	46
PROLOGO	50
Normas de seguridad	50
Practica 1	51
Objetivo	51
Materiales.....	51
Descripción	52
Diagrama de control y fuerza.....	52
Variables	53
Practica 2	54
Objetivo.....	54
Materiales.....	54
Descripción	55
Diagrama de control y fuerza	55
Variables	56
Practica 3	57
Objetivo	57
Materiales.....	57
Descripción	58
Diagrama de control y fuerza.....	58
Variables	59
Practica 4	60
Objetivo	60
Materiales.....	60
Descripción	60
Conclusiones	62
Recomendaciones.....	63
Referencias	64
ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura de un PLC.....	11
Figura 2 Componentes externos del PLC	12
Figura 3 Diagrama Ladder	13
Figura 4 Diagrama de bloques.....	13
Figura 5 Lenguaje de Texto Estructurado (ST)	14
Figura 6 Esquema de Funciones Secuenciales (SFC).....	14
Figura 7 Lista de Instrucciones (IL)	15
Figura 8 Software AutoCAD electrical.....	16
Figura 9 Software Autodesk Inventor	16
Figura 10 Software CADE SIMU	17
Figura 11 Software LOGO Soft Comfort.....	18
Figura 12 Interruptor seccionador trifásico	19
Figura 13 Pulsador normalmente abierto (NA).....	19
Figura 14 Pulsador normalmente cerrado (NC).....	20
Figura 15 Selector rotativo de 2 posiciones	20
Figura 16 Selector rotativo de 3 posiciones	21
Figura 17 Luces piloto.....	21
Figura 18 PLC LOGO	22
Figura 19 Temporizadores electrónicos ON DELAY	22
Figura 20 Temporizador OFF DELAY	23
Figura 21 Relay 8 Pines.....	23
Figura 22 Contactores	24
Figura 23 Contactos auxiliares.....	24
Figura 24 Guardamotor.....	25
Figura 25 Relé térmico.....	25
Figura 26 Breaker trifásico	26
Figura 27 Diferencial eléctrico.....	26
Figura 28 Dispositivo contra sobretensión de sobre descargas	27
Figura 29 Base portafusibles	27
Figura 30 Fusible cerámico.....	28
Figura 31 Fuente de alimentación.....	28
Figura 32 Riel DIN	29
Figura 33 Canaleta ranurada	29
Figura 34 Terminales punta hueca E1008	30
Figura 35 Socket de conector tipo banana de 4mm	30
Figura 36 Gabinete eléctrico	31
Figura 37 Motor trifásico	32
Figura 38 Arranque directo de un motor.....	33

Figura 39 Arranque de motor eléctrico estrella triangulo	34
Figura 40 Arranque de motor con variador de frecuencia	34
Figura 41 Diseño frontal del gabinete eléctrico	36
Figura 42 Gabinete eléctrico	38
Figura 43 Placa de montaje, lado izquierdo	39
Figura 44 Placa de montaje, lado izquierdo.	39
Figura 45 Tapa exterior izquierda del gabinete eléctrico	40
Figura 46 Tapa exterior derecha del gabinete eléctrico.....	41
Figura 47 Ensamble de placa de montaje del lado izquierdo	42
Figura 48 Ensamble de placa de montaje del lado derecho	42
Figura 49 Ensamble de la tapa exterior izquierda.	43
Figura 50 Ensamble de la tapa exterior lado derecho	44
Figura 51 Gabinete eléctrico parte lateral izquierdo	45
Figura 52 Gabinete eléctrico partes interior lateral derecho	45
Figura 53 Arranque directo de un motor.....	52
Figura 54 Arranque directo e inversión de giro de un motor trifásico.	55
Figura 55 Arranque estrella-triángulo de un motor trifásico	58
Figura 56 Arranque directo de un motor con variador de frecuencia.....	61

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Componentes del tablero eléctrico	46
Tabla 2 Estimación de costo	48
Tabla 3 Variables del PLC de arranque directo de un motor	53
Tabla 4 Variables de arranque directo e inversión de giro de un motor trifásico.	56
Tabla 5 Variables de arranque estrella- triangulo de un motor trifásico.....	59

RESUMEN

Este proyecto de tesis surge de la necesidad de optimizar los recursos didácticos del Laboratorio de Electrónica de la Facultad Técnica de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. El objetivo principal es el diseño de un tablero didáctico automatizado con PLC LOGO, enfocado en las pruebas de arranque de motores y sistemas de control industrial eléctrico. La falta de máquinas y equipos especiales reduce la experiencia práctica de los estudiantes.

La investigación abarcó un estudio exhaustivo sobre las aplicaciones y funcionalidades del PLC LOGO, seleccionándolo por su versatilidad y facilidad de implementación en entornos educativos. Adicionalmente, se desarrolló una preguía de prácticas que servirá como material de apoyo para los estudiantes, facilitando el uso del tablero y la comprensión de los conceptos teóricos. Se abordó también el desarrollo de la programación utilizando el software LOGO Soft Comfort, lo que permitirá a los alumnos familiarizarse con los lenguajes de programación estándar en la industria. Este tablero no solo enriquecerá la enseñanza, sino que también preparará a los futuros profesionales con habilidades prácticas y conocimientos actualizados en automatización industrial.

Palabras clave: PLC LOGO, Automatización, Motores, Control Industrial, Didáctico.

ABSTRACT

This thesis project arose from the need to optimize the teaching resources of the Electronics Laboratory of the Technical Faculty of the Catholic University of Santiago de Guayaquil. The main objective is to design an automated teaching board with LOGO PLC, focused on the start-up testing of motors and electrical industrial control systems. The lack of special machines and equipment limits students' practical experience.

The research included an exhaustive study of the applications and functionalities of the LOGO PLC, selecting it for its versatility and ease of implementation in educational settings. Additionally, a pre-practice guide was developed to serve as support material for students, facilitating the use of the board and understanding of theoretical concepts. Programming development using LOGO Soft Comfort software was also addressed, allowing students to become familiar with industry-standard programming languages. This board will not only enrich teaching but also prepare future professionals with practical skills and up-to-date knowledge in industrial automation.

Keywords: LOGO PLC, Automation, Motors, Industrial Control, Didactic.

Introducción

En la educación técnica universitaria, el fortalecimiento práctico resulta crucial para la preparación de profesionales en el área de la automatización y el control industrial. A través de la Facultad Técnica, la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil muestra un compromiso constante con mejores laboratorios y técnicas de enseñanza. Sin embargo, se han visto algunas faltas importantes en el Laboratorio de Electrónica como la falta de recursos educativos que permitan realizar prácticas. Esta ausencia afecta de manera directa la calidad de aprendizaje práctico para los alumnos.

Frente a esta necesidad, este proyecto de tesis, cuyo propósito es diseñar un tablero de pruebas eléctrico automatizado utilizando un PLC LOGO de Siemens, para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el campo de control industrial. El diseño propuesto tiene como finalidad proporcionar una plataforma segura, práctica y formativa a los alumnos para la realización de pruebas prácticas de arranque de motores y automatización eléctrica.

Se escogió por el PLC LOGO debido a su sencillez de manejo y gran utilidad en contextos educativos.

Durante el desarrollo del proyecto, se tratarán temas técnicos como la elección de componentes eléctricos, la creación de circuitos, la programación del PLC a través del software LOGO Soft Confort, y la creación de una guía de prácticas. Esto busca mejorar las condiciones del laboratorio y también aportar a la educación completa de los próximos ingenieros eléctricos, ofreciéndoles herramientas modernas.

Capítulo I

Planteamiento del problema

La Facultad de educación Técnica para el desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, en el actual laboratorio de electrónica se necesita el diseño de un tablero de pruebas moderno que permita realizar a los estudiantes, practicas correspondientes, tales como arranque de motores y sistemas de control de automatización industrial. Esta carencia limita el aprendizaje práctico y habilidades en la ingeniería, afectando principalmente la preparación técnica a los futuros profesionales. Esto permitirá fortalecer las enseñanzas a los estudiantes en el entorno de las industrias actuales.

Justificación

Actualmente el laboratorio de Electrónica de la Facultad de educación Técnica para el desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil no cuenta con tableros didácticos para pruebas de control eléctrico industrial para realizar prácticas simuladas y experimentales. El diseño de un tablero didáctico con PLC LOGO servirá para reforzar el aprendizaje practico y representará una solución innovadora y accesible que promoverá una formación académica a los estudiantes. En el área eléctrica y electrónica no solo requiere dominio teórico, también el desarrollo de habilidades prácticas.

Hipótesis

Con el diseño de un tablero didáctico automatizado con PLC LOGO, mejorara el aprendizaje de los estudiantes no solo teórico si no también practico, facilitando su comprensión en el entorno industrial, mediante practicas interactivas y alineadas con la tecnología que se utiliza en las industrias actuales.

Objetivos generales

Diseñar un tablero didáctico automatizado con un PLC LOGO para realizar prueba de motores y sistemas de controles industrial eléctricos para el laboratorio de Electrónica de la Facultad de educación Técnica para el desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Objetivo específico

- Diseñar y modelar un tablero eléctrico didáctico automatizado en Autodesk Inventor, integrando componentes eléctricos de mando y control para determinar la distribución de componentes.
- Determinar una estimación de recursos para cuantificar la implementación del tablero didáctico automatizado con PLC LOGO para el laboratorio de electrónica.
- Desarrollar prácticas técnicas orientadas a la operación del tablero didáctico para arranques de motores eléctricos con sus debidas protecciones.

Metodología

Tipo de investigación

El diseño de un tablero didáctico automatizado con PLC LOGO, se centrará en el análisis, diseño, desarrollo conceptual y adoptará un enfoque cualitativo.

En la siguiente investigación se propone una solución técnica en un trabajo tipo proyectiva, basado en una mejora para el laboratorio de Electrónica de la Facultad de educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Las investigaciones proyectivas se relacionan con estudios y análisis que pueden tener un modelo a un problema o necesidad de tipo practico a partir de un diagnóstico preciso (Castro, 2020).

Diagnóstico de necesidades

Esta fase se basará como objetivo, identificar las limitaciones, carencias y oportunidades de futuras mejoras que presenta actualmente el laboratorio de Electrónica de la Facultad de educación Técnica de Desarrollo y se aplicaran métodos cualitativos complementarias como:

- Revisión documental: Se realizará revisión y se analizaran documentos como sílabos, mallas curriculares y reglamentos internos del laboratorio, con el fin de determinar el enfoque actual del aprendizaje de las materias relacionadas con automatización y control.

Investigación y análisis teórico

Esta fase se pondrá a cabo con una revisión bibliográfica y documental exhaustiva con el objetivo de diseñar un tablero didáctico. La investigación se basará en varios temas, como:

- Principios de control industrial.
- Fundamentos de automatización y programación PLC.
- Normativas técnicas y de seguridad eléctrica.
- Revisión de modelos existentes de tableros didácticos.

Diseño conceptual del tablero didáctico

En esta fase se desarrollará de manera clara y exhaustiva paso a paso el diseño conceptual del tablero didáctico utilizando PLC LOGO, este proceso incluirá las siguientes actividades como:

- Principios de control industrial eléctrico.
- Fundamentos de automatización y programación con PLC.
- Normativas técnicas y de seguridad eléctrica. Revisión de modelos existentes de tableros didácticas.

Evaluación y validación del diseño

Esta fase tiene como propósito verificar que el diseño del tablero didáctico automatizado cumpla con los objetivos, criterios técnicos y requerimientos prácticos de donde se utilizara. Se buscará que el diseño sea funcional, viable y seguro. Se llevará a cabo las siguientes actividades:

Revisión técnica del diseño.

Simulación funcional del programa utilizando el software LOGO Soft Confort.

Validación por expertos.

Análisis pedagógico.

Ajustes y recomendaciones finales.

CAPITULO II

Contenido general

El marco teórico tiene como finalidad presentar los fundamentos técnicos que sustentan el diseño de un tablero didáctico automatizado con PLC LOGO, que se orienta a la simulación de arranque de motores eléctricos y sistemas de control eléctrico industrial. Se abordarán diferentes aspectos como el software que se utilizara para el diseño del tablero eléctrico, la automatización industrial, los sistemas eléctricos, control de motores y las funciones del PLC LOGO de Siemens, considerando las normativas que se aplican en el diseño eléctrico del tablero.

Automatización Industrial

La automatización industrial es la tecnología que aplica complejos sistemas mecánicos, electrónicos y computacionales a la operación y control de la producción. Es un medio por el cual los procesos de producción utilizan la ciencia de la computación para controlar las variables de entrada, de proceso y de salida que gobiernan el sistema de producción (Antonio Barragán Martínez et al., 2023).

Tipos de automatización

Basado en los documentos de Antonio Barragán Martínez et al., (2023), existen tres principales tipos de automatización industrial:

- **Automatización fija:** Se refiere a una secuencia de operaciones del proceso que está definida por la configuración de equipos, máquinas y líneas de transferencia. Esto significa que el diseño de los equipos determina el orden y la forma en que se realizan las tareas.
- **Automatización programable:** Se aplica cuando el equipo se diseña con un alto grado de flexibilidad. Permite que el equipo sea utilizado en la fabricación de una gran diversidad de partes.

- Automatización flexible: Es una forma de programación automática que se distingue por permitir el cambio automático y rápido del equipo.

Aplicaciones industriales

Explica Antonio Barragán Martínez et al., (2023), se aplican en diversos campos notables para incrementar los niveles de producción y reducir un margen de error, algunas de las aplicaciones de la automatización industrial son:

- Embotelladoras: Donde la automatización puede optimizar el llenado, sellado y empaquetado de productos líquidos.
- Empacadoras: Facilitando procesos de empaquetado de forma rápida y precisa.
- Cementeras: Controlando procesos complejos en la producción de cemento.
- Ensambladoras de partes: Utilizando sistemas automatizados para el montaje de componentes.
- Industria del plástico: En procesos como la inyección o extrusión de plásticos.
- Plantas de producción en general: Abordando una amplia gama de manufacturas y procesos industriales.

Estas aplicaciones para la automatización industrial se han convertido en una herramienta para el mercado actual.

Controlador lógico programable (PLC)

Arquitectura y funcionamiento básico

Según el Ministerio de Educación & Tecnología, (n.d.), un PLC o Controlador Lógico Programable, es una máquina electrónica fundamental que fue diseñada para controlar diferentes procesos secuenciales en tiempo real en un entorno industrial. Este dispositivo puede realizar diferentes trabajos lógicos como conexiones en series y paralelos, temporizaciones y conteos,

además realiza tareas más avanzadas como regulaciones y cálculos matemáticos.

La programación y manejo de un PLC puede ser llevado a cabo por personas con conocimientos en electrónica y electricidad.

Estructura interna y externa del PLC

Estructura interna

De acuerdo con lo señalado por Ministerio de Educación & Tecnología, (n.d.), un PLC o controlador lógico programable, están compuesto por tres bloques internos principales que son necesarios para su operación.

Selección de entradas

Su función principal es codificar y adaptar las señales provenientes de los dispositivos de entrada como pulsadores, sensores o finales de carrera, por medio de una señal que sea comprensible para la CPU.

Esta sección también se encarga de proteger los componentes internos o circuitos electrónicos del PLC mediante aislamiento eléctrico, evitando interferencias o daños.

Físicamente las entradas se las puede identificar por bornes enumerados con etiquetas como “input” o “entrada”, mediante un indicador LED se permite visualizar su estado de activación, pueden operar en diferentes tipos de tensión como corriente continua (CC) o corriente alterna (CA) y se clasifican en dos tipos de señales en entradas analógicas que presentan magnitudes variables como presión, temperatura o velocidad y entradas digitales que responden a condiciones binarias.

Unidad Central de Procesos (CPU)

Se la considera como la inteligencia del PLC, es la encargada de dar las instrucciones del

programa al usuario en función al estado de las entradas y enviar o activar las salidas correspondientes. Está compuesta principalmente por la memoria, procesador y circuitos auxiliares que permiten el correcto funcionamiento, dentro del sistema de memoria se distinguen varios tipos como:

La memoria RAM, donde se encuentra almacenado el programa subido por el usuario, acompañado por una batería de respaldo conservar su contenido.

La memoria ROM, la cual solo permite lectura y contiene información grabada por el fabricante como el sistema operativo del PLC.

Utiliza memorias EPROM y EEPROM que permiten archivar copias de programas subido por el usuario.

El procesador el cual integra diferentes microprocesadores como un generador de impulsos y diferentes circuitos auxiliares ejecuta operaciones aritméticas, lógicas y controla transferencia de datos del sistema.

La CPU se encarga de ejecutar el software del sistema y supervisar que el correcto funcionamiento mediante un autodiagnóstico. Cuando el PLC se encuentra en modo ejecución, se realiza continuamente un ciclo de escaneo (scan cycle), que es el encargado de leer el estado actual de las entradas e informar o enviar señales a las salidas. Este proceso ocurre en tiempo real que actúa en milisegundos por ciclo.

Sección de Salidas

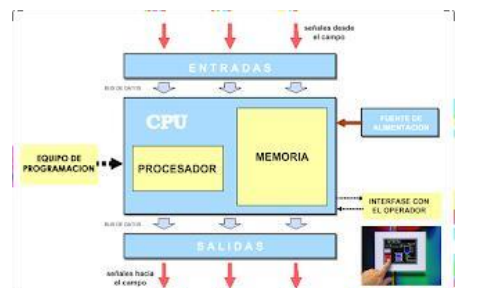
Cumple con la función de transformar señales lógicas que fueron procesadas por el CPU en acciones físicas concretas, encargadas de activar los actuadores. Opera de una manera inversa a la sección de entradas la cual se encarga de recibir las señales digitales internas, las decodifica, las amplifica y las envía a los dispositivos de salida como relés, contactores, lámparas o

electroválvulas.

Los tipos de salida se clasifican según los componentes de conmutación que utilicen como: relé, transistor o triac. Las salidas de los transistores son adecuadas para el uso en cargas de bajo consumo en corriente continua (CC) y ofrecen respuesta rápida. Las salidas por tipo relé y triac son mayormente utilizadas en corriente alterna (AC), por que soportan cargas entre 0.5 y 2 amperios.

El tipo de señal, al igual que las entradas, las salidas pueden ser digitales, que son estados binarios o analógicos, permiten controlar variables continuas. Las salidas analógicas necesitan un convertidor digital-analógico, para transformar las señales digitales de la CPU en señales que puedan ser interpretadas por las salidas que accionaran los actuadores.

Figura 1 Estructura de un PLC.



Fuente: (Estructura de un PLC, 2011)

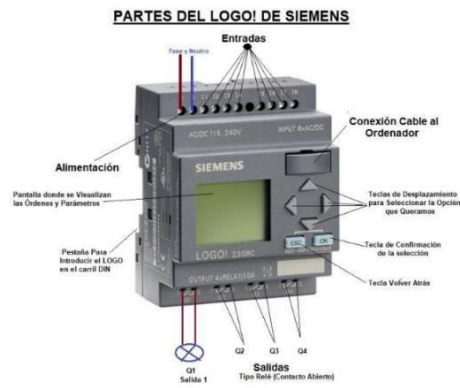
Estructura externa del PLC

Redacta Rodriguez, 2015 el cual la estructura externa se caracteriza por integrar los componentes principales del PLC en un solo bloque físico, el cual la unidad central del procesamiento (CPU), las memorias y los módulos de entrada y salida se alojan en una misma carcasa.

Este tipo de PLC se suele montar comúnmente sobre un riel DIN o sobre una placa perforada, por lo que facilita su instalación en armarios de control o tableros eléctricos según la

aplicación que se lo valla a utilizar.

Figura 2 Componentes externos del PLC



Fuente: (Tecnología, s.f.)

Lenguajes de programación basado en la norma (IEC 61131-3)

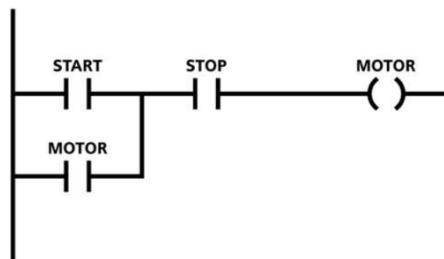
Según (Monroy Cruz et al., 2022) la norma IEC 61131-3 es la implementación de la automatización industrial y fundamental en el diseño para los controladores lógicos programables. Fue hecha para estandarizar los autómatas programables, incluyendo los diferentes lenguajes de programación que se pueden utilizar.

La norma IEC 61131-3 se enfoca principalmente en los lenguajes de programación para PLC utilizados en sistemas cíclico y centralizado. Esta norma define en cinco lenguajes de programación que permite redactar los algoritmos dentro de un bloque funcional. Estos lenguajes se clasifican en:

Lenguaje de escalera (LD o LAD)

El diagrama Ladder o también conocido como lenguaje de escalera que proviene de su apariencia visual similar a una escalera formada por líneas horizontales y verticales. Se basa en una programación más accesible, fácil de aprender, comprender y representarse lógicamente de forma precisa a los circuitos eléctricos de manera estructurada y clara, utilizado ampliamente en los controladores lógicos programables PLC (Elektronik, 2025).

Figura 3 Diagrama Ladder

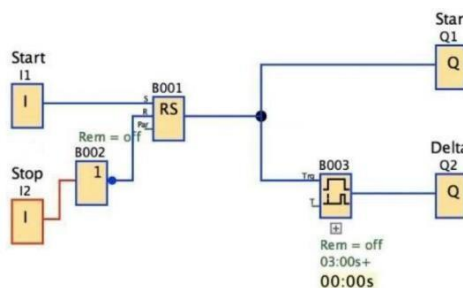


Fuente: (ElectroJoan, 2021)

Diagrama de Bloques Funcionales (FBD)

El lenguaje de diagrama de bloques (FBD) es una forma de programación gráfica para sistemas de automatización. Se basa en redes que representan un conjunto de funciones conectadas mediante bloques, que permiten realizar operaciones lógicas, aritméticas e instrucciones condicionales dentro del programa (Electric S. , 2019).

Figura 4 Diagrama de bloques



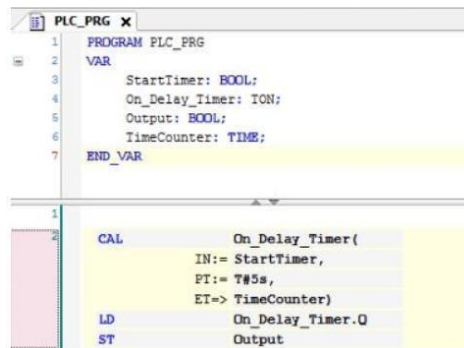
Fuente: (Tomathouse.com, 2019)

Lenguaje de Texto Estructurado (ST)

También conocido como Structured Text (ST), es un lenguaje de programación de alto nivel basado en texto que utiliza comandos y palabras claves en formato textual. Este lenguaje se utiliza para sistemas de programación automáticos y por sus construcciones estandarizadas por lo

fácil de aprender, usar y entender. Este lenguaje de programación es accesible para programadores que ya dominan lenguajes como PASCAL o ANSI (Ges.m.b.H.), 2008).

Figura 5 Lenguaje de Texto Estructurado (ST)



```

1 PROGRAM PLC_PRG
2 VAR
3   StartTimer: BOOL;
4   On_Delay_Timer: TON;
5   Output: BOOL;
6   TimeCounter: TIME;
7 END_VAR

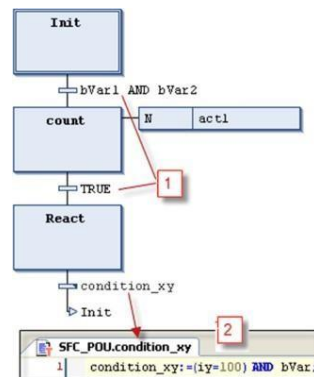
1
2
3 CAL      On_Delay_Timer(
4   IN:= StartTimer,
5   PT:= T#5s,
6   ET=> TimeCounter)
7 LD      On_Delay_Timer.Q
8 ST      Output
  
```

Fuente: (Enerxia.net, s.f.)

Esquema de Funciones Secuenciales (SFC)

El diagrama funcional secuencial (SFC) es un lenguaje grafico que permite el orden corológico para la ejecución de acciones dentro de un programa. Estas se definen como bloques de programación independiente y pueden escribirse en cualquiera de los lenguajes compatibles con el sistema (Schneider Electric, 2019).

Figura 6 Esquema de Funciones Secuenciales (SFC)

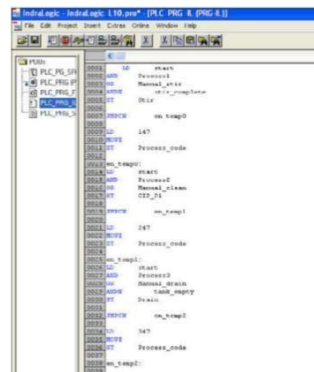


Fuente: (Schneider Electric, 2019)

Lista de Instrucciones (IL)

La lista de introducción es un lenguaje de programación textual que cumple a la norma IEC 61131-3. Este lenguaje de programación que se basa en un acumulador y admite el uso de los operadores definidos, así como múltiples entradas y salidas, comentarios, negaciones, restablecimientos de salidas e instrucciones de establecimiento. Está basado por una serie de instrucciones, donde cada una es una línea nueva (Schneider Electric, s.f.).

Figura 7 Lista de Instrucciones (IL)



Fuente: (Instruction lists (ILs) for PLC programming, 2017)

Software de diseño y simulación

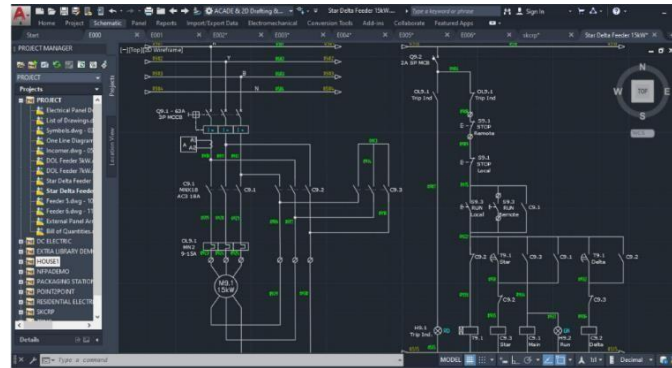
En el presente proyecto se utilizarán herramientas digitales especializadas para realizar el diseño técnico en modelado tridimensional y simulaciones de circuitos lógicos. Las cuales se detallarán los programas a utilizarán.

AutoCAD electrical

Es un software enfocado al área de control industrial y automatización, ofrece desarrollar proyectos de ingeniería eléctrica-electrónica empezando con el desarrollo de planos para su construcción. Esta abarcado para áreas como controladores, P&ID's (Diagramas de Tuberías e Instrumentación), electroneumática e hidráulica y PLC. Una de sus mayores fortalezas es la

facilidad para generar documentación técnica, así como la identificación y ubicación de cables y componentes de manera rápida y precisa (InGel-Pro, 2022).

Figura 8 Software AutoCAD electrical

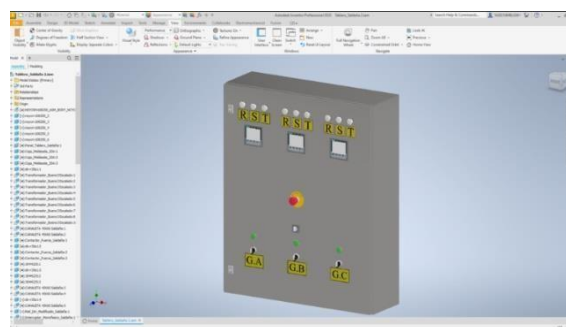


Fuente: (Teckhme, 2023)

Autodesk Inventor

Es un software de diseño asistido para modelado mecánico 3D, utilizado en el ámbito industrial y permite diseñar, crear piezas y conjuntos mecánicos con alta precisión. Su objetivo principal es brindar una ayuda visual digital para facilitar la simulación y analizar el funcionamiento de un producto o componente en condiciones reales antes de su fabricación física. Lo cual el proceso del diseño se optimiza, mejorar la eficiencia y reduce errores en la producción (Sc Ludwin David Huacasi Añamuro UTP, n.d.)

Figura 9 Software Autodesk Inventor

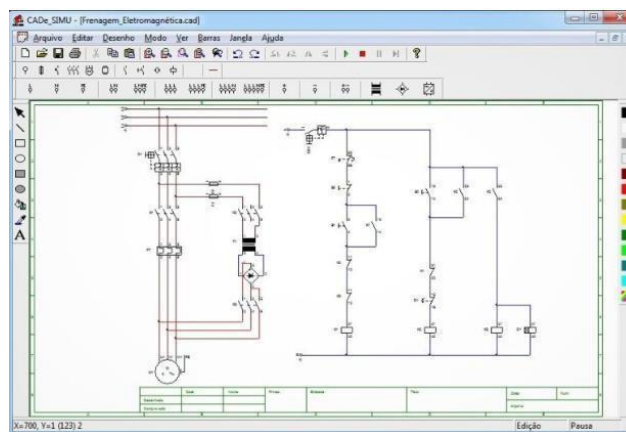


Fuente: (GrabCAD, s.f.)

CADE SIMU

Es un programa de diseño electrónico para la elaboración y simulación de esquemas de mando y potencia en baja tensión (B.T), es uno de los programas fáciles y sencillos de usar en el ámbito esquemática. Permite introducir símbolos eléctricos de maneca organizada a través de librerías y la elaboración de esquemas eléctrica de manera sencilla (CadeSimu, s.f.)

Figura 10 Software CADE SIMU

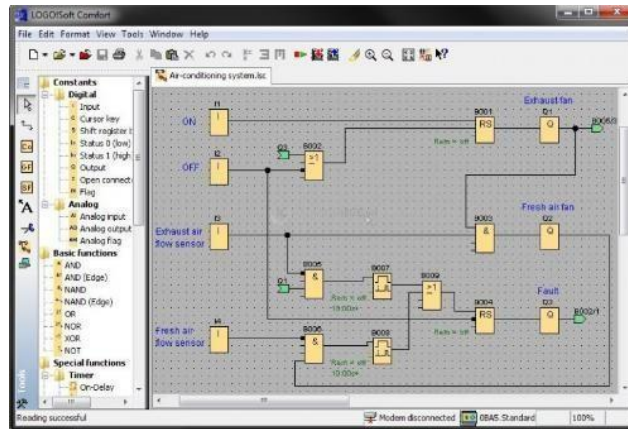


Fuente: (CADE SIMU, s.f.)

LOGO Soft Comfort para programación y simulación

Es una herramienta de software de programación para PC diseñado para el uso y la gestión de los dispositivos LOGO. Permite al usuario interactuar con los módulos lógicos de Siemens. Actúa en un entorno completo para la gestión y desarrollo de programas de conmutación y está hecho para ser compatible para múltiples sistemas operativos como Windows, Linux y Mac (Siemens, 1996-2001)

Figura 11 Software LOGO Soft Comfort



Fuente: (LOGO! Soft Comfort. , s.f.)

Materiales para el diseño del tablero eléctrico didáctico

Se presentará y describirán todos los materiales eléctricos utilizados en el diseño del módulo de prácticas de control industrial. Cada componente cumple una función específica dentro del sistema y su selección se realizó basa en criterio técnicos, normativos y funcionales compatibles con el PLC LOGO. Los materiales seleccionados garantizan los estándares de seguridad y eficiencia para implementar en un entorno educativo.

Interruptor seleccionador trifásico

Es un dispositivo que permite desconectar o conectar manualmente un circuito trifásico, garantizando un aislamiento visible y seguro (Eaton, s.f.)

Figura 12 Interruptor seccionador trifásico



Fuente: (AMIDATA S.A.U., s.f.)

Pulsador normalmente abierto (NA)

Es un pulsador Normalmente abierto o NA son componentes que controlan el paso del flujo de corriente a los dispositivos y son parte esencial en los sistemas eléctricos (Promelsa, 2024).

Figura 13 Pulsador normalmente abierto (NA)



Fuente: (Acotron Electrónica Industrial, 2025)

Pulsador normalmente cerrado (NC)

Un pulsador normalmente cerrado o NC, es un interruptor que en su estado de reposo no permite el paso de la corriente y al ser presionado interrumpe el paso de la corriente eléctrica. Es comúnmente utilizado en sistemas de seguridad (Dongguan Fvwin Electronics Co., 2022)

Figura 14 Pulsador normalmente cerrado (NC)



Fuente: (S.A., 2023)

Selector rotativo de 2 posiciones

Es un dispositivo de mando que se utilizan en tableros eléctricos, permiten seleccionar entre dos estados distintos de operación identificados como 0 “apagado” y 1 “encendido”. Este selector en general esta normalmente abierto y se utiliza en funciones momentáneas para alguna activación de pruebas (Pyn Pon, s.f.).

Figura 15 Selector rotativo de 2 posiciones



Fuente: (Enertronic, s.f.)

Selector rotativo de 3 posiciones

Un selector rotativo de 3 posiciones que permite seleccionar entre tres estados diferentes mediante una perilla rotativa de mando. Se utiliza en aplicaciones industriales y automatizadas para controlar diferentes funciones de operación (SWITCHES, 2023).

Figura 16 Selector rotativo de 3 posiciones



Fuente: (Automaq, s.f.)

Luces piloto de señalización eléctricas

Las luces piloto permiten identificar fácilmente un circuito si se encuentra energizado o des energizado. Son pequeñas lámparas situadas en los tableros o equipos eléctricos y su principal función es indicar visualmente el estado del circuito (ElectroPreguntas, s.f.)

Figura 17 Luces piloto



Fuente: (Electroluz, s.f.)

PLC LOGO

Es un controlador industrial diseñada para automatizar y supervisar procesos eléctricos o mecánicos que funcionando en tiempo real. Utiliza una programación lógica para recibir señales de entrada y activar salidas que controlan dispositivos como motores, válvulas o sistemas de

iluminación para que sea un proceso más eficiente y automatizado (CursoS Aula 21, s.f.)

Figura 18 PLC LOGO



Fuente: (Industrias GSL, 2020)

Temporizadores electrónicos ON DELAY

Un temporizador ON DELAY es un dispositivo al recibir una señal eléctrica, espera un tiempo preestablecido antes de cerrar su salida. Permite controlar dispositivos en momentos exactos en el que el circuito debe activarse (Technology, 2023).

Figura 19 Temporizadores electrónicos ON DELAY



Fuente: (Autonics, s.f.)

Temporizadores electrónicos OFF DELAY

Un temporizador OFF DELAY o retardo a la desconexión, mantiene activa su salida incluso después de haber retirado la señal de entrada y se apaga al transcurrir el tiempo preestablecido (Electrical, s.f.).

Figura 20 Temporizador OFF DELAY



Fuente: (Tramontina, s.f.)

Relay 8 Pines

“Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que por medio de una bobina y un electroimán se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes” (Vinuesa, s.f.).

Figura 21 Relay 8 Pines



Fuente: (SSDIELECT, 2025)

Contactores

Es un equipo electromecánico diseñado para controlar circuitos de alto voltaje como motores eléctricos o sistemas de iluminación. Operan utilizando una bobina llamado electroimán (Eléctricos, s.f.).

Figura 22 Contactores



Fuente: (Improselec, 2020)

Contactos auxiliares

Es un componente eléctrico utilizado en circuitos de control y protección. Su principal función es entregar una señal adicional o cambiar el estado de otro dispositivo sin interrumpir el circuito principal (Termomagnéticos., 2023).

Figura 23 Contactos auxiliares



Fuente: (CHINT, s.f.)

Guardamotor

Es un dispositivo termomagnético, su principal funcionamiento es asegurar la protección de motores y sistemas eléctricos. Proporcionan una protección fiable contra cortocircuitos y sobrecargas, adecuada para aplicaciones industriales que requieran una protección eficiente y precisa (MAZCR., s.f.)

Figura 24 Guardamotor



Fuente: (NUEZA., s.f.)

Relé térmico

El relé térmico es un componente fundamental para la protección de motores y sistemas eléctricos. Su mecanismo bimetalico permite detectar sobrecargas y desconectar el circuito, evitando daños al equipo (Área Tecnología., s.f.).

Figura 25 Relé térmico



Fuente: (CHINT, s.f.)

Breaker trifásico

Un breaker de 3 polos trifásico también conocido como disyuntor industrial trifásico es un interruptor automático diseñado para proteger sistemas eléctricos trifásicos contra sobrecargas y cortocircuitos y es esencial para sistemas industriales y comerciales (Dielco, s.f.).

Figura 26 Breaker trifásico



Fuente: (Dyprelec, s.f.)

Diferencial eléctrico

Un diferencial eléctrico es un dispositivo que detecta fugas de corriente en las instalaciones eléctricas y las desconecta automática del suministro (Schneider Electric, s.f.).

Figura 27 Diferencial eléctrico



Fuente: (Electric Option., s.f.)

Protector de sobretensiones

La protección contra sobretensiones es un equipo diseñado para proteger equipos eléctricos y electrónicos frente al aumento de tensión (voltaje) en la red eléctrica, conocidos como sobretensiones (Schneider Electric, s.f.).

Figura 28 Dispositivo contra sobretensión de sobre descargas



Fuente: (LSP Global, s.f.)

Portafusibles

Un portafusibles es un soportarte o carcasa donde se instalan los fusibles y permiten insertarlos y remplazarlos fácilmente, los mantiene seguros y fijos dentro del circuito (Autosolar., s.f.).

Figura 29 Base portafusibles



Fuente: (Lepusell, 2025)

Fusibles

Es un dispositivo de protección eléctrica que interrumpe el circuito cuando la corriente supera el nivel de amperaje establecido. Está diseñado para proteger instalaciones y equipos eléctricos contra cortocircuitos y sobrecargas eléctricas (Autosolar., s.f.).

Figura 30 Fusible cerámico



Fuente: (Ineldec, s.f.)

Fuente industrial 110V AC-24VDC

Es un dispositivo que convierte la energía eléctrica para alimentar adecuadamente equipos eléctricos o electrónicos. Transforma la corriente alterna (AC) de la red eléctrica en corriente continua (DC) y regula el voltaje según las necesidades del dispositivo conectado (Electronics, s.f.).

Figura 31 Fuente de alimentación



Fuente: (Italli México, s.f.)

Riel DIN estándar de 35 mm

Es un soporte metálico utilizado para montar dispositivos eléctricos y electrónicos dentro de tableros y cuadros eléctricos. Es ampliamente utilizado en instalaciones industriales y comerciales (RS Online, s.f.).

Figura 32 Riel DIN



Fuente: (Cao, 2025)

Canaleta ranurada

Es un tipo de canaleta especial diseñado para tableros de control industrial para favorecer una organización del cableado (EEGSA, s.f.)

Figura 33 Canaleta ranurada



Fuente: (Electrocenter, 2024)

Terminal punta hueca e1008

Es un pequeño conector cilíndrico diseñado para rematar el extremo del cable eléctrico, garantizando una conexión firme y segura (Delectra, s.f.)

Figura 34 Terminales punta hueca E1008



Fuente: (CDDQLJ, s.f.)

Socket de conector tipo banana de 4 mm

Es un enchufe cilíndrico que enclava con el conector tipo banana macho permitiendo una conexión segura y rápida. Sirve como punto de conexión como equipos de prueba (UNIT Electronics., s.f.)

Figura 35 Socket de conector tipo banana de 4mm



Fuente: (Electromanía Perú, s.f.)

Gabinete eléctrico

Un gabinete eléctrico o también conocido como tablero eléctrico sirve principalmente para organizar los dispositivos de conexión, protección, medición, maniobra y señalización de una instalación eléctrica. Es diseñado para garantizar un correcto funcionamiento y seguridad de equipos y usuario (JD Eléctricos., s.f.).

Figura 36 Gabinete eléctrico



Fuente: (Inducom ECUADOR, 2023)

Motor Trifásico

Es una maquina rotativa que convierte la energía eléctrica en energía mecánica, utiliza corriente alterna trifásica, por lo cual se alimenta mediante tres fases desfasadas 120° entre sí. Los motores trifásicos destacan por su alta fiabilidad, bajo mantenimiento y su capacidad de soportar cargas pesadas y continuas son, ampliamente utilizados en las industrias (Promelsa., s.f.).

Figura 37 Motor trifásico



Fuente: (CLR., s.f.)

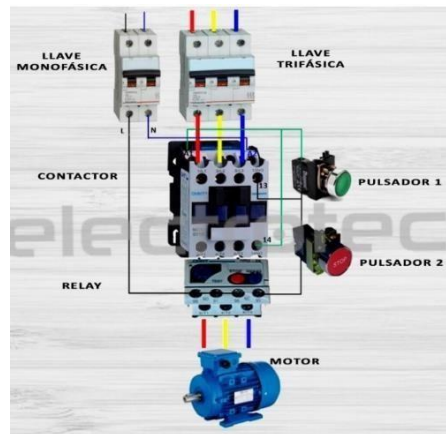
Métodos de arranque y control de motores eléctricos

Los arranques de un motor eléctrico es una etapa de un proceso operativo, en ese momento el motor puede llegar a consumir 5 y 7 veces su corriente nominal, por esta razón es necesario implementar diferentes métodos de arranque eléctrico asociados a proteger el motor eléctrico. Algunos de los métodos más utilizados en motores de corriente alternan son arranque directo, arranque estrella-triángulo y con variador de frecuencia.

Arranque directo de un motor eléctrico.

El arranque directo de un motor eléctrico es un método más sencillo y económico que sirve para poner en marcha motores de corriente alterna especialmente para las industrias. Consiste en conectar el motor a la fuente de alimentación sin utilizar dispositivos de intermedios que controlen la corriente o el par de arranqué (EnergyLogic Chile, s.f.).

Figura 38 Arranque directo de un motor

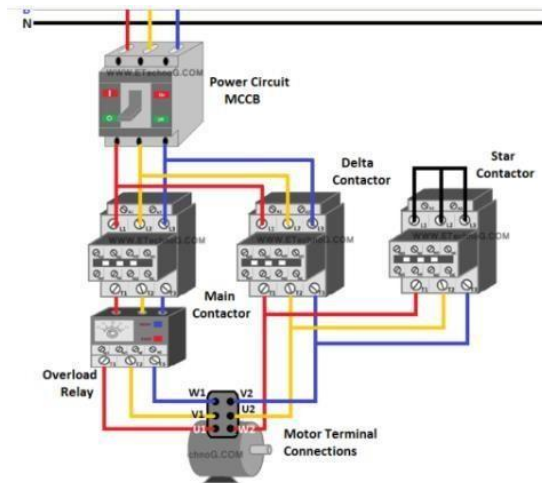


Fuente: (Electrotec, s.f.)

Arranque estrella-triángulo

El arranque estrella-triángulo es un método utilizado para accionar motores eléctricos trifásicos, mayormente se aplican en motores de mayor potencia. El propósito de este sistema es buscar la forma de reducir la corriente de arranque, protegiendo tanto el motor como la red eléctrica (Automatizarte, 2023).

Figura 39 Arranque de motor eléctrico estrella triángulo

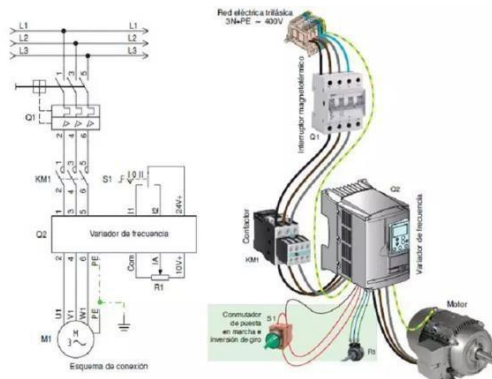


Fuente: (Sensorix., s.f.)

Arranque de motor por variador de frecuencia

En un método de arranque avanzado que permite iniciar y controlar el motor eléctrico de forma suave, precisa y eficiente. Esto se logra tanto variando la frecuencia como el voltaje que recibe el motor durante el arranque (Manel S.A., s.f.).

Figura 40 Arranque de motor con variador de frecuencia



Fuente: (Iguren., s.f.)

CAPÍTULO III

Diseño del tablero didáctico automatizado

Se presenta el diseño del tablero didáctico automatizado con PLC LOGO, desarrollado para realizar pruebas de arranque de motores y sistemas de control eléctrico industrial, tomando en cuenta los requerimientos académicos y técnicos para el laboratorio de Electrónica de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, asegurando su funcionalidad y utilidad en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Requerimientos del diseño

El diseño del tablero didáctico automatizado con PLC LOGO se consideró con los siguientes requerimientos.

Análisis académicos

Ofrecer un entorno seguro para la práctica control eléctrico industrial.

Facilitar la enseñanza para arranque de motores electricos como: arranque directo, arranque estrella-triángulo, arranque con inversión de giro.

Permitir simulación y programación en PLC LOGO, aplicados en sistemas de control industrial.

Análisis técnico

Operar con una tensión de alimentación de 220V AC (Corriente Alterna) trifásica para fuerza y 24V DC (Corriente Directa) para alimentación de control con el PLC LOGO.

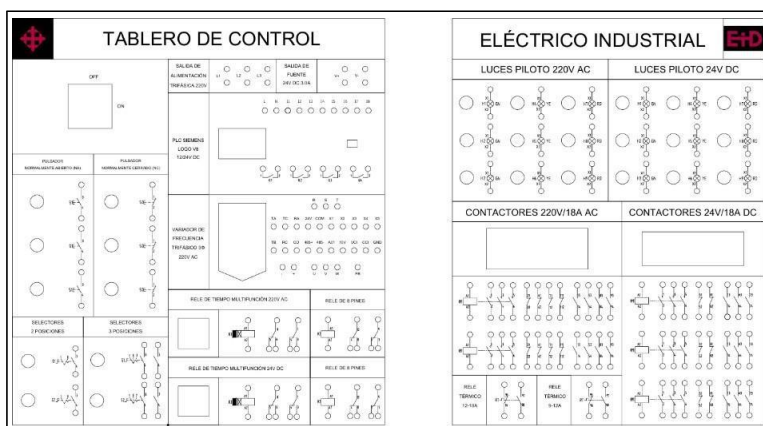
Diseñar un gabinete ergonómico organizado y etiquetado

Cumplir normativas eléctricas vigentes para el diseño del tablero eléctrico didáctico.

Diagramas del tablero didáctico automatizado

Se presentarán diagramas elaborados en AutoCAD Eléctrico para el diseño del tablero didáctico. Esto permitirá visualizar de forma clara la distribución de componentes y su estructura general. Representa la distribución física de los dispositivos de mando, señalización y control que fueron organizadas en dos secciones principales que son: Tablero de Control y Eléctrico Industrial.

Figura 41 Diseño frontal del gabinete eléctrico



Fuente: Elaboración Propia en AutoCAD eléctrico

Tablero de control:

Esta sección está formada por los dispositivos que operan principalmente como selectores, pulsadores, PLC LOGO, Modulo de variador de frecuencia, relé de tiempo, y relé de 8 pines, permitiendo así la ejecución de prácticas de diversas maniobras de arranque y control de motores.

Eléctrico industrial

Esta área representa un escenario de control industrial, separando los sistemas de alimentación en corriente alterna (220V AC) y corriente continua (24V DC). Este panel incluye luces piloto de 220V AC y otro de corriente continua 24V DC, dos bloques de contactores de 18A que se dividen en un bloque de contactores de 24V DC y el otro bloque de contactores de 220V AC.

Ambas secciones del tablero se componen para cubrir un amplio rango de prácticas, la cual lo convierte en una herramienta muy versátil para el laboratorio.

Análisis tridimensional del tablero eléctrico

El diseño del tablero fue modelado en Autodesk Inventor y permite visualizar un prototipo digital tridimensional, permite la proyección de cada componente eléctrico.

Integra áreas de mando, control lógico y potencia, ilustrando la ubicación de cada componente, al tener una organización estructural, garantiza un dimensionamiento y funcionamiento adecuado.

Distribución

Cada componente eléctrico fue diseñado en Autodesk Inventor, permitiendo observar un modelo tridimensional ajustado y preciso a la realidad. Este modelado garantiza una adecuada distribución y organización para que cada dispositivo cumpla un funcionamiento de manera ergonómica y adecuada.

Se comenzó por la elaboración del gabinete eléctrico que se la constituye por una base primordial donde se montaron diferentes elementos eléctricos la cual tiene un dimensionamiento de:

Ancho: 1168mm Alto:

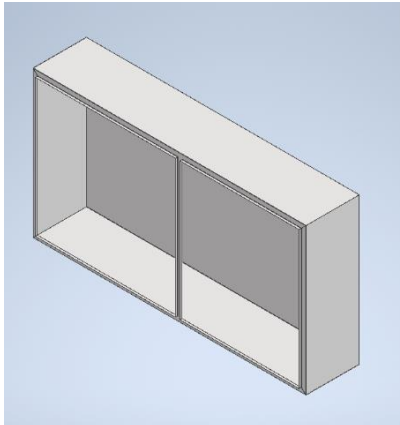
628mm, Profundidad:

228 mm

Cara exterior 1: Ancho: 599,29mm Alto: 588,29mm,

Cara exterior 2: Ancho: 509,29 mm Alto: 599,29 mm

Figura 42 Gabinete eléctrico



Fuente: Elaboración propia diseñado en Autodesk Inventor

Se procedió al diseño y modelado tridimensional de las placas de montaje que van en el interior del gabinete eléctrico. Estas placas cumplen la función de soporte que permite una correcta organización estructural para cada componente eléctrico.

Se dividen en dos placas de montaje del gabinete eléctrico y cada cara tiene componentes específicos.

La placa de montaje del lado izquierdo cuenta con las siguientes dimensiones:

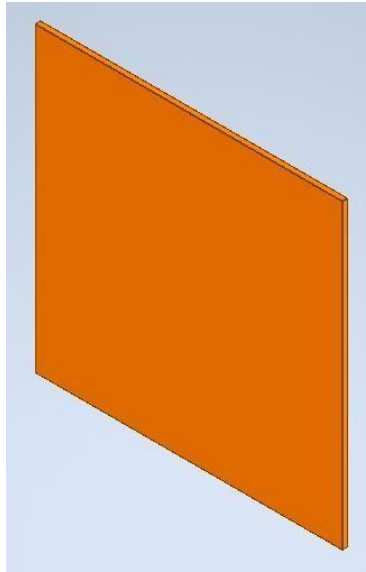
Alto :568 mm

Ancho: 578 mm

Espesor: 1 mm

Doble: 10mm

Figura 43 Placa de montaje, lado izquierdo



Fuente: Elaboración propia diseñado en Autodesk Inventor

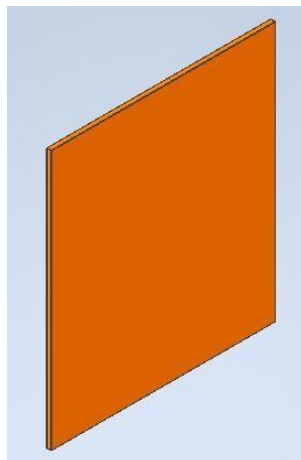
La placa de montaje de la segunda cara del lado derecho cuenta con unas dimensiones:

Alto :568.29 mm

Ancho: 488 mm

Profundidad/espesor: 10.05 mm

Figura 44 Placa de montaje, lado izquierdo.



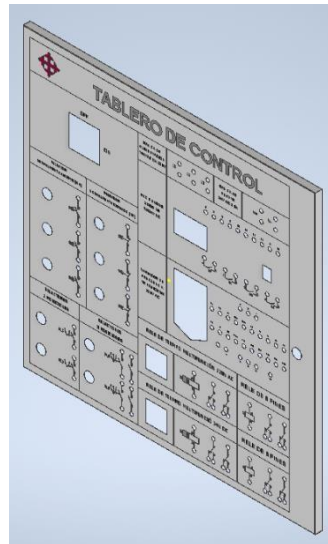
Fuente: Elaboración propia diseñado en Autodesk Inventor.

Se continuo con el diseño de la tapa exterior izquierda del gabinete eléctrico, se constituye por la parte frontal que interactúa con el usuario y presenta un dimensionamiento:

Alto: 628 mm

Ancho 618 mm

Figura 45 Tapa exterior izquierda del gabinete eléctrico



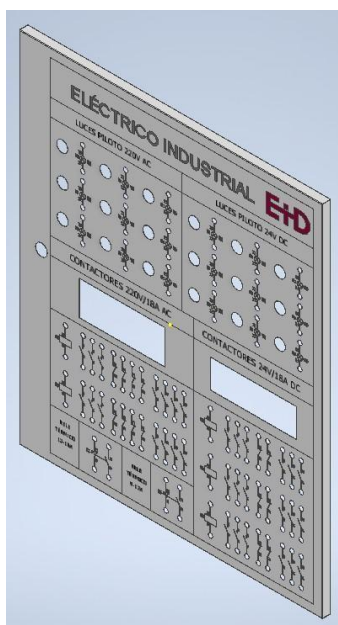
Fuente: Elaboración propia diseñado en Autodesk Inventor.

La tapa exterior derecha del gabinete eléctrico se constituye por la parte frontal que interactúa con el alumno al momento de realizar las prácticas y presenta un dimensionamiento:

Alto: 628 mm

Ancho 528 mm

Figura 46 Tapa exterior derecha del gabinete eléctrico.



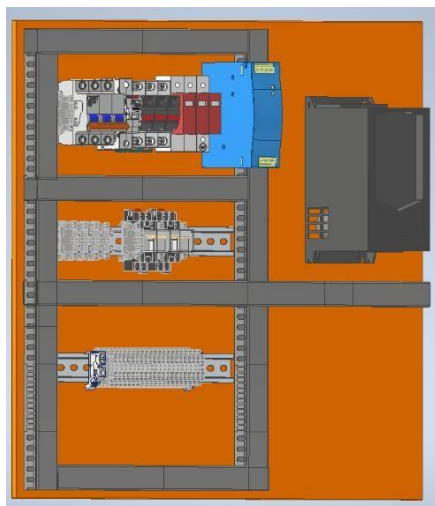
Fuente: Elaboración propia diseñado en Autodesk Inventor

Se procedió con la simulación del ensamble de las placas de montaje del lado izquierdo y derecho que se instalaran en el interior del gabinete eléctrico, cada placa fue diseñada para disponer de diferentes componentes eléctricos.

En la placa interna izquierda del gabinete se implementaron elementos de protección y energización, como la fuente de alimentación, dispositivos de seguridad y equipos de control como relé de 8 pines y un variador de frecuencia.

La disposición de todos estos elementos fue realizada bajo criterios de seguridad, ergonomía y orden para evitar que el estudiante manipule lo menos posible.

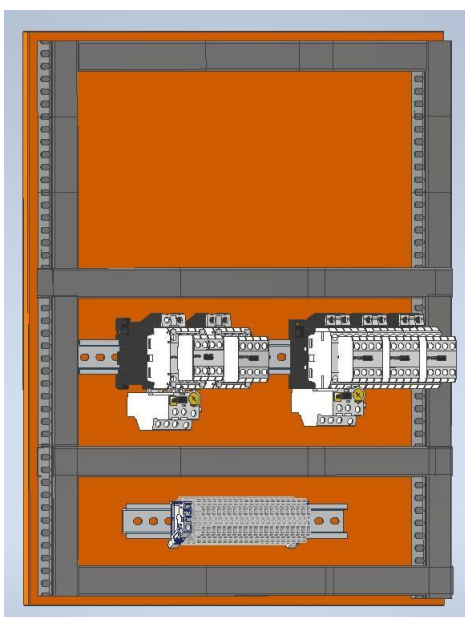
Figura 47 Ensamble de placa de montaje del lado izquierdo



Fuente: Elaboración propia diseñado en Autodesk Inventor

En la placa interna derecha del gabinete eléctrico se implementaron dispositivos de control de potencia que se conforman por contactores de 220V 18A AC y contactores de 24V 18A DC, estos dispositivos aseguran una correcta separación entre circuitos de fuerza, señalización y control.

Figura 48 Ensamble de placa de montaje del lado derecho



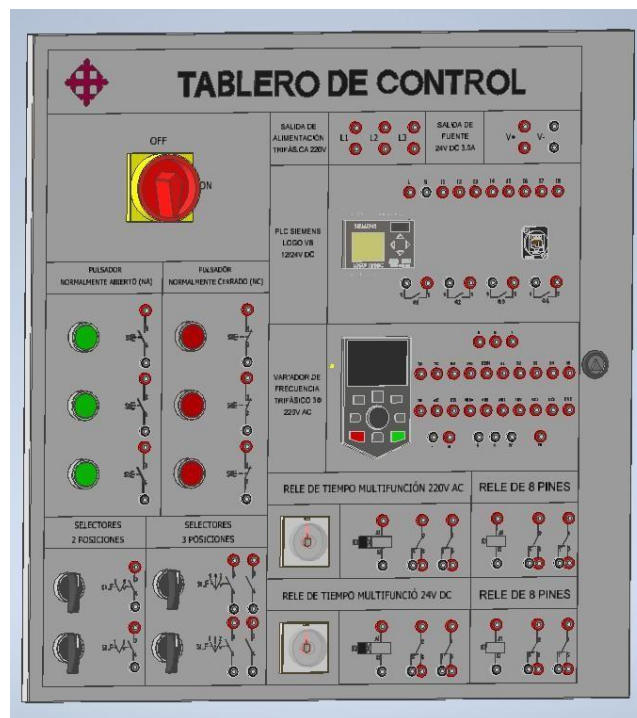
Fuente: Elaboración Propia diseñado en Autodesk Inventor

Se procedió con la simulación de ensamble de la tapa exterior izquierda, se distribuyen los diferentes dispositivos de mando y control.

En la parte superior izquierda se incorporó el seccionador general de seguridad que permite la conexión y desconexión del suministro eléctrico, salidas de voltaje en corriente alterna y corriente continua para alimentar los diferentes elementos, en la zona central se encuentra un PLC Siemens LOGO V8 12/24V DC y el módulo de variador de frecuencia trifásico de 220V AC 1.5Kw, la parte lateral se encuentran pulsadores normalmente abiertos (NO) y normalmente cerrados (NC) y selectores de 2, 3 posiciones, destinados para un control manual.

En la parte inferior están ubicados relés de tiempo multifunción (ON DELAY y OFF DELAY) de 220V AC y 24V DC para el uso de diferentes prácticas de temporización y a su lateral se encuentran relés de 8 pines 24V DC a 220V AC utilizados como dispositivos de control auxiliar.

Figura 49 Ensamble de la tapa exterior izquierda.



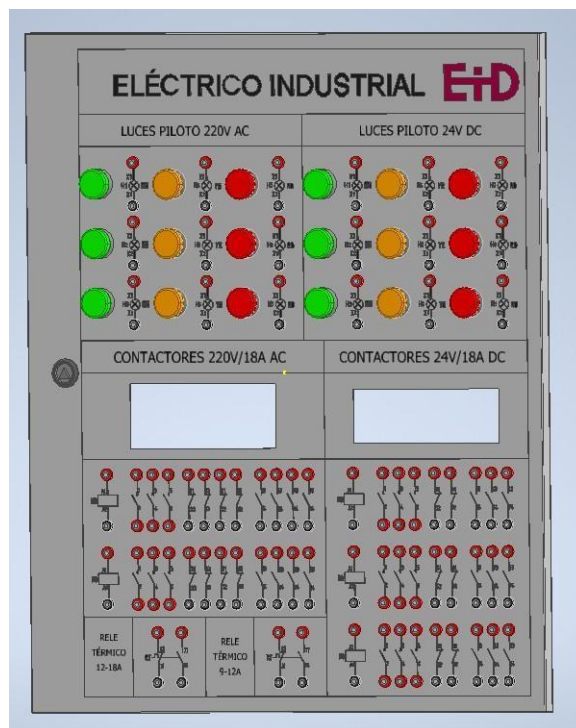
Fuente: Elaboración Propia diseñado en Autodesk Inventor

La simulación del ensamble de la tapa exterior derecha se distribuye en tres partes como señalización, protección y fuerza.

En la parte superior se modelaron las luces piloto de 220V AC y 24V DC en color verde, amarillo y rojo que permiten visualizar el estado de operación, advertencia y falla en las diferentes prácticas.

En la zona central se diseñó en dos bloques que están destinados a los contactores de 220V 18A en CA y contactores de 24V 18A en DC y en la parte inferior se encuentran relés térmicos de (12-18A y 9-12A).

Figura 50 Ensamble de la tapa exterior lado derecho

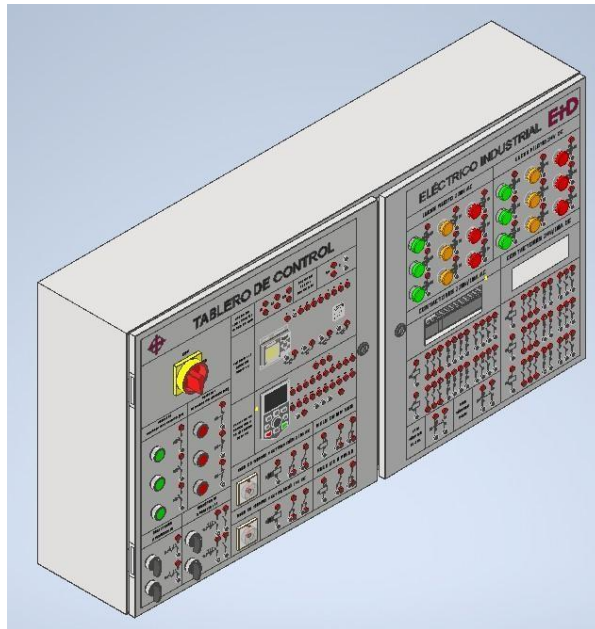


Fuente: Elaboración propia diseñado en Autodesk Inventor

Realizado todas las simulaciones de los ensambles parciales, se procedió con la unión en conjunto para conformar el tablero eléctrico en su totalidad.

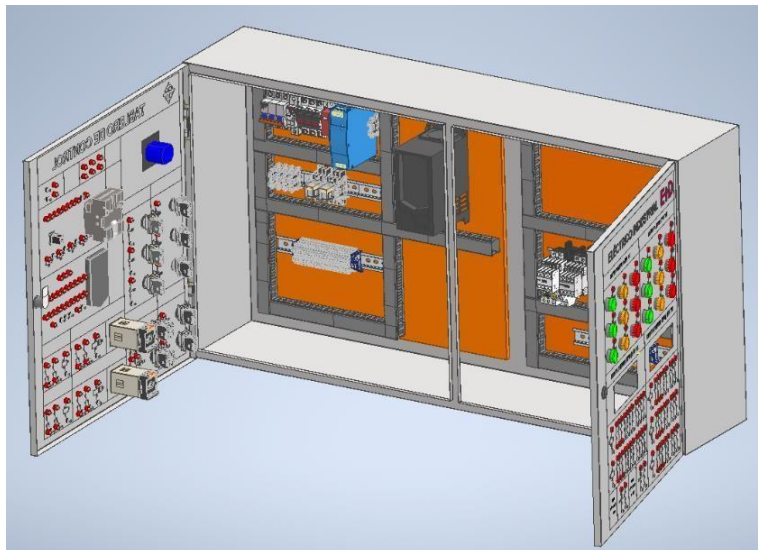
Al unir todas las piezas en su totalidad permite obtener una representación final:

Figura 51 Gabinete eléctrico parte lateral izquierdo



Fuente: Elaboración propia diseñado en Autodesk Inventor

Figura 52 Gabinete eléctrico partes interior lateral derecho



Fuente: Elaboración propia diseñado en Autodesk Inventor

CAPITULO IV

Estimación de recursos

Se presentarán una estimación de recursos para una implementación del tablero eléctrico didáctico automatizado con PLC LOGO para el laboratorio de electrónica. Se determinará los componentes, materiales y tiempo requerido para el armado del tablero, considerado para fines educativos. Esta planificación permite obtener una adquisición organizada de materiales.

Identificación de componentes para el tablero

En la tabla 1. Se detalla los componentes necesarios para el armado del tablero eléctrico didáctico automatizado con PLC LOGO, indicando las características y cantidad, para tener de manera organizada los elementos necesarios para su montaje.

Tabla 1 Componentes del tablero eléctrico

	Elementos	Características	Cantidad
1	Breaker Trifásico	32 Amp. 3Polos	1
2	Breaker Monofásico	6Amp. 1Polos	1
3	Fuente de alimentación	120V AC – 24V DC	1
4	Portafusibles	OMG-FS6X	3
5	Fusibles cerámicos	6Amp.	3
6	Supresor de sobretensión	220V Trifásica. 80Ka, 4Polos (3F+N)	1
7	Relé de 8 pines	250V AC – 24V DC	2
8	Variador de frecuencia	220V AC 3Φ 1.5KW	1
9	Contactores	220V AC 18A	2

10	Contactores	24V DC 18A	3
11	Relé térmico	12–18A	1
12	Relé térmico	9–12A	1
13	Interruptor seccionador trifásico	220V – 6A	1
14	Pulsador NO (normalmente abierto)	22mm	3
15	Pulsador NC (normalmente cerrado)	22mm	3
16	Selector 2 posiciones	22mm	2
17	Selector 3 posiciones	22mm	2
18	Relé Multifunción (ON/OFF Delay)	220V AC	1
19	Relé Multifunción (ON/OFF Delay)	24V DC	1
20	PLC LOGO 8	12/24V DC	1
21	Luces piloto	24V DC-22mm	9
22	Luces piloto	220V AC-22mm	9

Nota: Listado de materiales para la elaboración del gabinete eléctrico

4.1. Estimación de costos de materiales

La tabla 2. Muestra una estimación total de los costos de material necesarios para la implementación del tablero eléctrico, indicando una cantidad total con precios según los proveedores. Esta estimación permite planificar una adquisición de componentes de manera clara.

Tabla 2 Estimación de costo

Descripción	Valor
Costo total de materiales eléctricos	\$1307.54
Costo de mano de obra	\$800
Diseño de Ingeniería	\$600
Subtotal	\$2707.54
IVA 15%	\$406.13
Costo general total	\$3113.67

Nota: Estimación de costo para la elaboración del gabinete

4.2. Consolidado de costos de materiales

Se integra información de costos obtenidos por un proceso de estimación considerando la mano de obra y materiales eléctricos e ingeniería para el montaje del tablero didáctico automatizado. El costo total de materiales corresponde a 1307.54USD, la mano de obra estimada corresponde a 800USD, diseño de ingeniería corresponde a 600USD lo que genera un subtotal de 2707.54USD. Al aplicar el 15% de IVA vigente en el Ecuador, se calcula un costo total general de 3113.67USD.

CAPÍTULO V

GUÍA DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

CONTROL

ELÉCTRICO

INDUSTRIAL

FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

PROPUESTA DE GUÍA PARA EL

LABORATORIO DE

ELECTRÓNICA

PROLOGO

Esta propuesta de guía aportara el fortalecimiento de una formación práctica en el área de ingeniería eléctrica. Contar con un recurso didáctico seguro y funcional para la enseñanza de automatización y control.

Este guía incorpora una serie de prácticas orientadas al aprendizaje de arranque y automatización de motores eléctricos, que lo convierte esta guía de prácticas en una herramienta útil para el estudiante y docente.

El material didáctico pretende facilitar la comprensión de conceptos eléctricos de manera práctica y cercana a un entorno industrial. Busca impulsar el desarrollo de competencias técnicas que fortalezcan la preparación para futuros profesionales de ingeniería eléctrica.

Normas de seguridad

El desarrollo de las practicas se deben establecer normas de seguridad, orientadas principalmente para prevenir accidentes y garantizar un correcto uso de equipos.

Usar el equipo de protección personal (EPI)

Verificar la des energización del tablero antes de iniciar alguna práctica.

Toda practica deben realizar bajo la supervisión de un docente o técnico de laboratorio.

Todo estudiante debe recibir una inducción sobre seguridad eléctrica antes de realizar alguna practica en el tablero de pruebas

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO PROPUESTA DE GUÍA PARA EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA

Practica 1

Título: Arranque directo de un motor trifásico

Objetivo

Aprender a programar en PLC LOGO el control de arranque y paro de un motor trifásico mediante un circuito de mando con pulsadores y un contactor

Materiales

PLC LOGO! 8 (12/24V DC).

1 motor trifásico (simulado en el laboratorio).

1 contactor 24V DC, 18A.

1 relé térmico de protección 9–12A.

1 pulsador NO (arranque).

1 pulsador NC (paro).

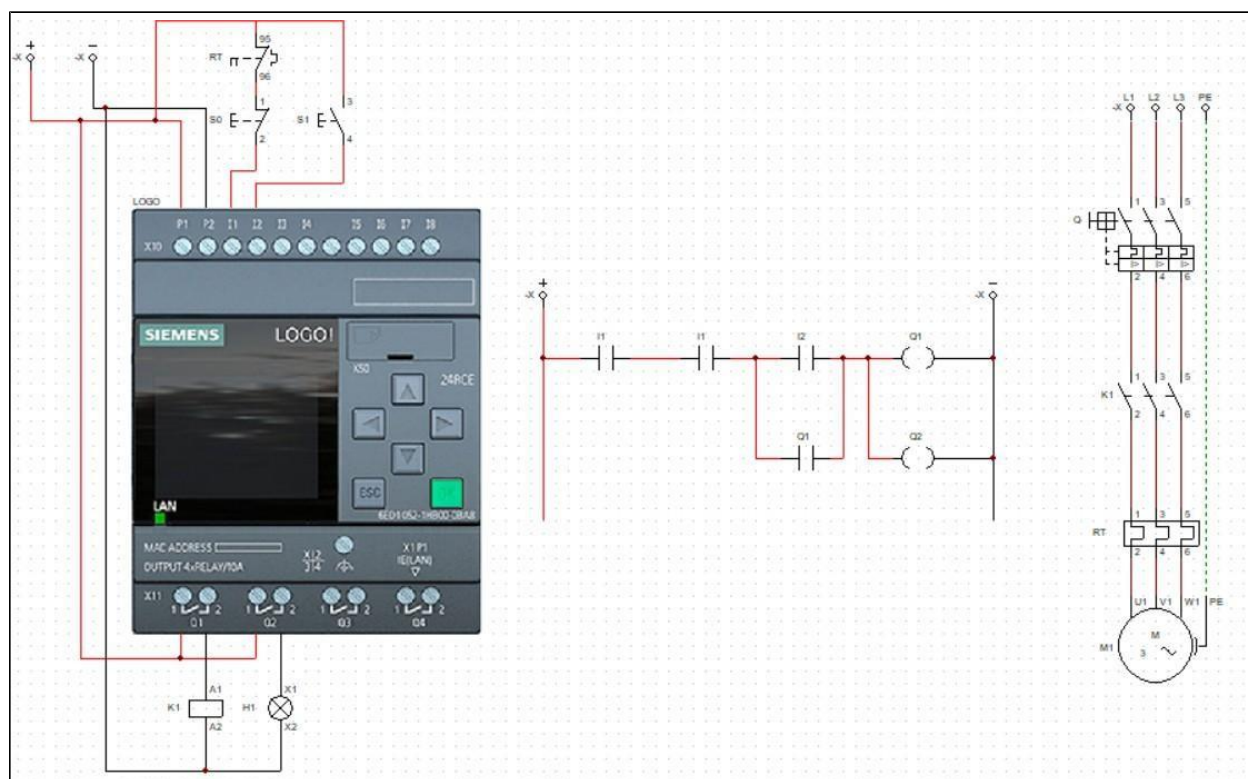
Luz piloto verde (indicar motor en marcha).

Descripción

Para encender el motor se presiona el pulsador normalmente abierto (NO), quedando enclavado al contactor. Para apagar el motor se presiona el pulsador normalmente cerrado (NC). El PLC LOGO gestiona el control y activa el relé de salida que energiza al contactor.

Diagrama de control y fuerza

Figura 53 Arranque directo de un motor



Variables

Tabla 3 Variables del PLC de arranque directo de un motor

	Nombre	Dirección	Comentario
1	START	I2	Pulsador NO
2	RUN	Q1	Bobina
3	RT	I1	Relé térmico
4	OFF	I1	Pulsador NC

Nota: Variables de un arranque directo de un motor trifásico

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO PROPUESTA DE GUÍA PARA EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA

Practica 2

Título: Arranque directo e inversión de giro de un motor trifásico.

Objetivo.

Programar en PLC OGO el control de arranque, paro y cambio de giro de un motor Trifásico.

Materiales.

PLC LOGO! 8 (12/24V DC).

1 motor trifásico

2 contactores 24V DC, 18A

1 relé térmico de protección 9–12A.

1 pulsador normalmente abierto.

2 pulsadores normalmente cerrados.

1 luz piloto color verde

1 luz piloto color amarillo

Descripción

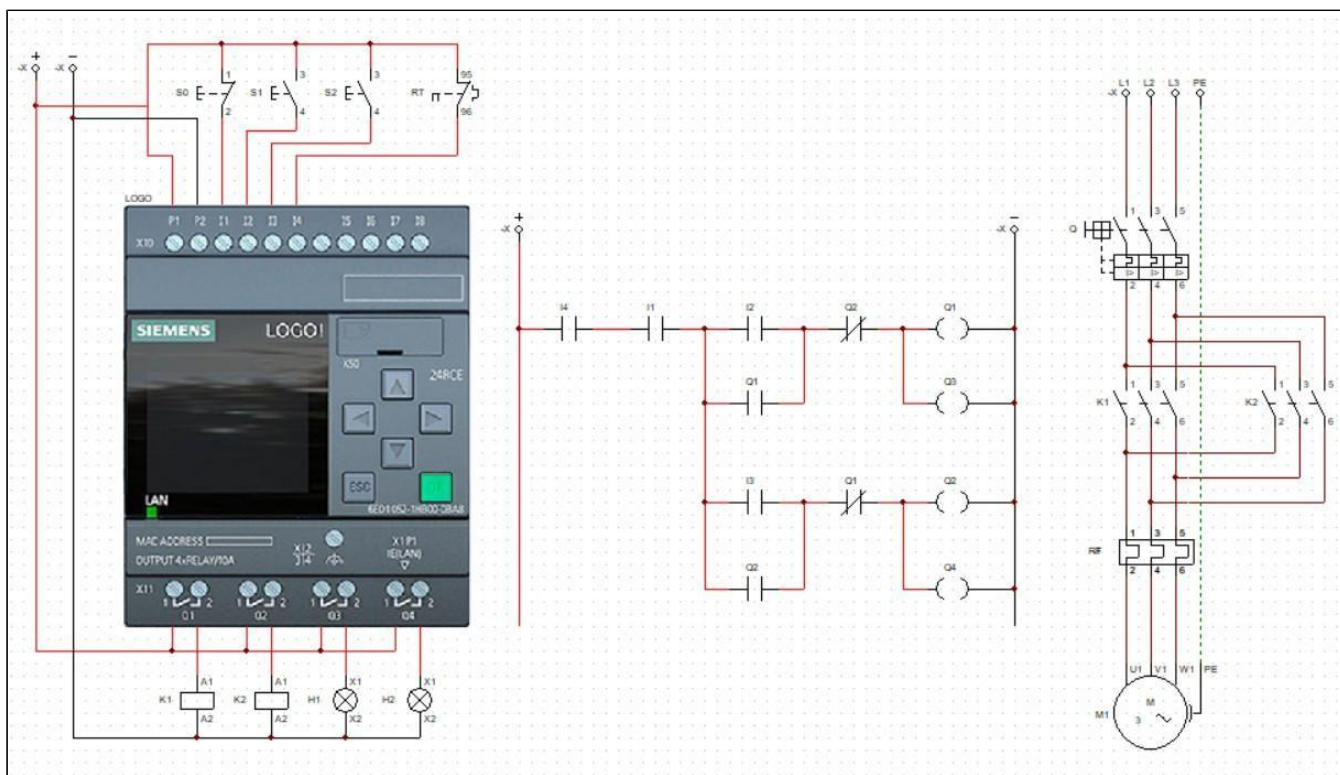
Al pulsar el primer pulsador normalmente abierto (NO), el PLC el relé integrado, manteniendo un enclavamiento lógico y haciendo encender la luz piloto color verde indicando que está anclado, indicando que el motor gira en sentido horario.

Al presionar el pulsador normalmente cerrado (NC), el PLC desactiva el relé y apaga el motor.

Al encender el segundo pulsador normalmente abierto (NO), el PLC activa el segundo contactor realizando la inversión de giro que es en sentido antihorario y energizando la segunda luz piloto.

Diagrama de control y fuerza

Figura 54 Arranque directo e inversión de giro de un motor trifásico.



Variables

Tabla 4 Variables de arranque directo e inversión de giro de un motor trifásico.

	Nombre	Dirección	Comentario
1	START sentido horario	I2	Pulsador normalmente abierto 1 (NO)
2	START sentido antihorario	I3	Pulsador normalmente abierto 2 (NO)
3	OFF	I1	Pulsador normalmente cerrado (NC)
4	EMERGENCIA	I4	RT
5	RUN Sentido horario	Q1	Bobina 1
6	RUN Sentido antihorario	Q2	Bobina 2
7	INDICADOR	Q3	Luz piloto color verde
8	INDICADOR	Q4	Luz piloto color roja

Nota: Variables de inversión de giro de un motor trifásico

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO PROPUESTA DE GUÍA PARA EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA

Practica 3

Título: Arranque estrella–triángulo de un motor trifásico

Objetivo

Programar el PLC LOGO para un arranque de motor estrella triángulo, utilizando contactores, para reducir la corriente de arranque par que funcione de manera correcta.

Materiales

PLC LOGO! 8 (12/24V DC).

3 motor trifásico.

3 contactor 24V DC, 18A.

1 relé térmico de protección 9–12A.

1 pulsador NO (arranque).

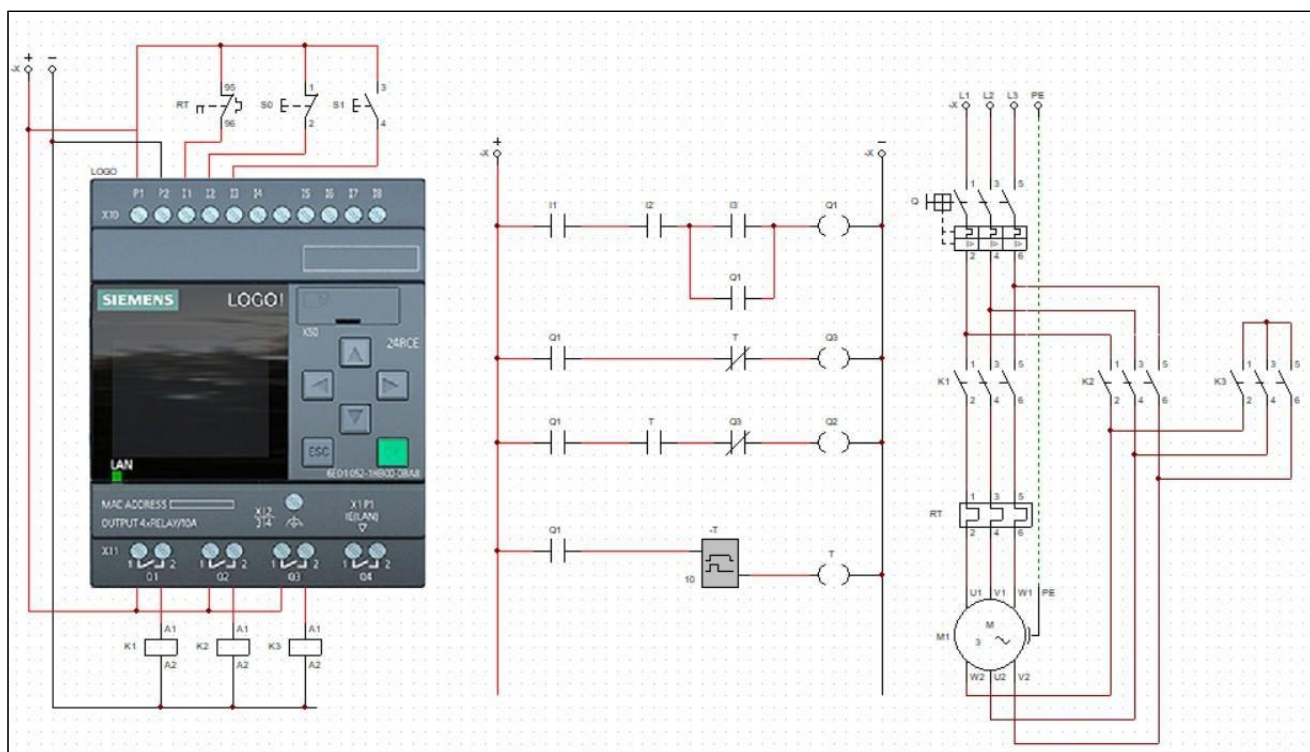
1 pulsador NC (paro).

Descripción

Al pulsar el pulsador normalmente abierto, el PLC activa el contactor que activa el arranque tipo estrella, el motor arranque con una tensión reducida, después un lapso de tiempo el relé que tiene integrado el PLC desactiva el contactor que tiene el arranque tipo estrella, existe una pequeña pausa de tiempo para evitar que los contactores de estrella y triángulo se activen al mismo tiempo, el PLC ACTIVA el contactor para activar el arranque triángulo, para que el motor trabaje con la potencia máxima y el pulsador normalmente cerrado des energiza

Diagrama de control y fuerza

Figura 55 Arranque estrella-triángulo de un motor trifásico



Variables

Tabla 5 Variables de arranque estrella- triangulo de un motor trifásico.

	Nombre	Dirección	Comentario
1	EMERGENCIA	I1	RT
2	OFF	I2	Pulsador normalmente cerrado (NC)
3	START	I3	Pulsador normalmente abierto (NO)
4	RUN Conexión estrella	Q1	Bobina 1
5		Q2	Bobina 2
6	RUN conexión delta	Q3	Bobina 3
7	Temporizador	T	

Nota: Variables de arranque estrella- triangulo de un motor trifásico.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO PROPUESTA DE GUÍA PARA EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA

Practica 4

Título: Arranque directo de un motor con variador de frecuencia

Objetivo

Implementar y programar un arranque directo de un motor trifásico utilizando un variador de frecuencia (VDF), para controlar la velocidad y frecuencia del motor.

Materiales

4 motor trifásico

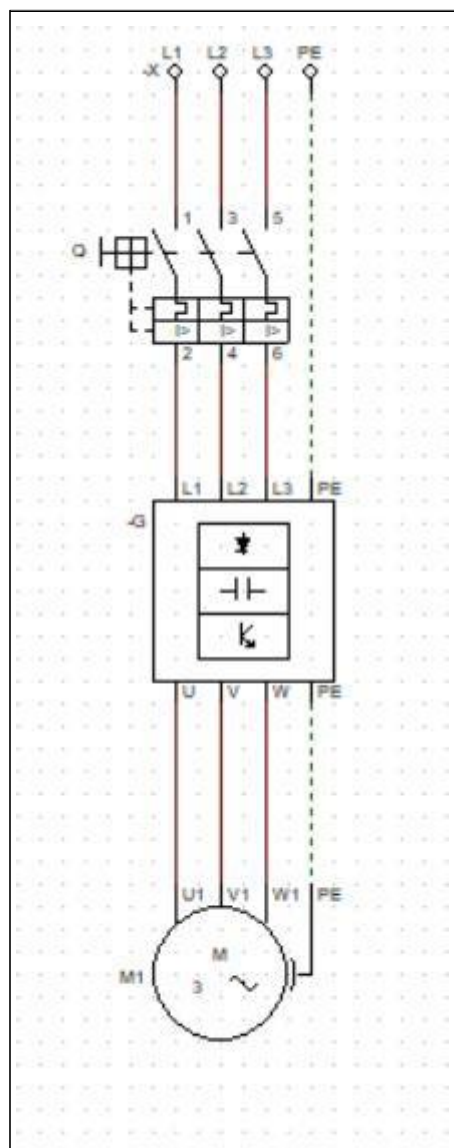
1 variador de frecuencia 220V trifásico, 1.5KW.

Descripción

Al conectará un motor trifásico con el variador de frecuencia (VFD), recibirá una alimentación trifásica de la red eléctrica.

El variador regula la frecuencia a la que girara o suministrar corriente al motor mediante una perilla que dispone, permitiendo un arranque suave y directo sin picos de corriente.

Figura 56 Arranque directo de un motor con variador de frecuencia



Conclusiones

El diseño del tablero didáctico automatizado con PLC LOGO realizado en Autodesk Inventor, permitió representar de una manera clara o precisa como irán la disposición de los componentes eléctricos necesarios para desarrollar prácticas de sistemas de control y arranque de motores.

El uso del software Autodesk Inventor en formato tridimensional, garantizando una visualización realista del tablero, ayudando a optimizar espacio y una distribución adecuada para cada elemento.

El diseño de este tablero muestra una visibilidad técnica, que servirá para aportar una formación práctica para los estudiantes del laboratorio de electrónica en el área de control eléctrico industrial.

Recomendaciones

Realizar pruebas de simulación con software eléctrico especializado, para realizar prácticas de una manera más profesional con Logo Soft Confort para realizar diagramas para el PLC LOGO.

Al momento de construir el tablero se debe respetar las medidas para el diseño tridimensional, para asegurar que todos los componentes se ajustan correctamente al espacio dado.

Al elegir el variador de frecuencia para el tablero didáctico, se recomienda adquirir un modelo con modulo que se pueda desacoplar, para instalarlo en las puertas del gabinete, esto para garantizar la seguridad del estudiante y facilitar su operación y reducir riesgos por una mala maniobra.

Referencias

- (s.f.). Obtenido de Schneider Electric: https://product-help.schneider-electric.com/Machine%20Expert/V1.1/es/SoMProg/SoMProg/FBD_LD_IL_Editor/FBD_LD_IL_Editor-6.htm
- (2024). Obtenido de Electro Center: <https://electrocenter.ec/producto/chint-np2-es542-pulsador-emergencia-40mm-rojo-plastico-t-hongo-10xc-a1/>
- Acotron Electrónica Industrial*. (2 de Julio de 2025). Obtenido de NP2-BA42G — Botón Pulsador Verde NA 22 mm Metálico (no a prueba de explosión): <https://www.acotrone.com/shop/np2-ba42g-np2-ba42g-boton-pulsador-verde-na-22mm-metalico-no-son-a-prueba-de-explosion-13532>
- AMIDATA S.A.U.* (s.f.). Obtenido de <https://es.rs-online.com/web/p/interruptor-seccionadores/1038406>
- Área Tecnología*. (s.f.). Obtenido de Relé térmico o termo-magnético. En Aprende Todo Facil.: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/reletermico.html>
- Automaq.* (s.f.). *Automaq.* Obtenido de Selector maneta corta negro 03 posiciones fijas 2 NA Ø22 mm: <https://www.automaq.pe/producto/4619/-selector-maneta-corta-negro-03-posiciones-fijas-2-na-diam-22mm>
- Automatizarte*. (30 de junio de 2023). Obtenido de Arranque estrella-triángulo: Guía definitiva 2024.: <https://automatizarte.com/como-funciona-el-arranque-estrella-triangulo/>
- Autonics*. (s.f.). *Autonics*. Obtenido de AT8PMN-6 – Power OFF Delay Analog Timers: <https://www.autonics.com/ec/model/AT8PMN-6>
- Autosolar*. (s.f.). Obtenido de Portafusibles: <https://autosolar.co/portafusibles>
- CADe SIMU*. (s.f.). Obtenido de <https://cade-simu.com/>
- CadeSimu*. (s.f.). Obtenido de https://cade-simu.com/#para_qu%C3%A9_sirve_CadeSimu
- Cao, P. (18 de abril de 2025). *Blog de E-Abel*. Obtenido de El papel de los rieles DIN en los gabinetes eléctricos: <https://www.eabel.com/es/el-papel-de-los-rieles-din-en-los-gabinetes-electricos/>
- Castro. (2020). *Scribd*. Obtenido de Citas textuales – Metodología (p. 9). En Metodología 2023.: <https://es.scribd.com/document/657284409/Citas-Textuales-metodologia->

2023?utm_source=chatgpt.com

CDDQLJ. (s.f.). *Made-in-China.com*. Obtenido de E0508–E7508–E1008–E1508 Cord End Terminal: High-Performance Electrical Bootlace Ferrules for Cables.: https://es.made-in-china.com/co_cddqlj/product_E0508-E7508-E1008-E1508-Cord-End-Terminal-High-Performance-Electrical-Bootlace-Ferrules-for-Cables_yusrsresug.html

CHINT. (s.f.). Obtenido de Serie NR2: Relés térmicos.: <https://www.chint.eu/es/material-electrico/soluciones-para-la-industria/reles-termicos/serie-nr2>

CHINT. (s.f.). *CHINT*. Obtenido de Accesorios para contactores industriales: <https://www.chint.eu/es/material-electrico/soluciones-para-la-industria/contactores-industriales/accesorios-contactores>

CLR. (s.f.). Obtenido de Motores monofásicos, bifásicos y trifásicos: todo lo que necesitas saber: <https://blog.clr.es/es/motores-monofasicos-bifasicos-trifasicos/>

Control, M. y. (s.f.). Obtenido de Sensor de Nivel: Tecnología innovadora para una medición precisa: <https://medicionycontrol.com.co/sensor-de-nivel/>

CursoS Aula 21. (s.f.). Obtenido de LOGO de Siemens: qué es y cómo funciona: <https://www.cursosaula21.com/logo-de-siemens-que-es-y-como-funciona/>

Delectra. (s.f.). Obtenido de Terminal punta hueca E1008 18 AWG.: <https://delectra.com.ve/products/terminal-punta-hueca-e1008-18-awg>

Delectra. (5 de Julio de 2025). Obtenido de Delectra: <https://delectra.com.ve/products/pulsador-emergencia-tipo-hongo-modelo-xb4-bs542-22-mm-o40-con-retencion-y-giro-para-liberar>

Dielco. (s.f.). Obtenido de Breaker industrial: características, aplicaciones y diferencias entre fijo y regulable: <https://www.dielco.co/articulos/breaker-industrial-caracter%C3%ADsticas-aplicaciones-y-diferencias-entre-fijo-y-regulable>

Dongguan Fwwin Electronics Co., L. (-T.-S. (2022). *Led-Tact-Switch*. Obtenido de ¿Qué es el interruptor de botón pulsador NO o NC?: <https://es.led-tact-switch.com/news/what-is-the-no-or-nc-push-button-switch-66241740.html>

Dyprelec. (s.f.). Obtenido de Breaker trifásico 25A riel DIN Schneider Electric.: <https://www.dyprelec.com/producto/breaker-trifasico-25a-riel-din-schneider->

electric/?srsId=AfmBOorjanbmhIHuSScCHIUVqgqs_DXN4CnPfkNvoZQbaCDk
rH-s2hn

Eaton. (s.f.). Obtenido de <https://www.one-elec.com/es/blog/cual-es-la-funcion-de-un-interruptor-seccionador.html>

EEGSA. (s.f.). EEGSA. Obtenido de ¿Para qué sirve la canaleta ranurada?:
<https://eegsa.com.mx/blogs/articulos/para-que-sirve-la-canaleta-ranurada>

Electric Option. (s.f.). Obtenido de Diferencial electromagnético de riel trifásico F364E.:
<https://www.electricon.com.pe/tienda/diferencial-electromagnetico-de-riel-trifasico-f364e/>

Electric, S. (2019). *Lenguaje de diagrama de bloques de funciones (FBD)*. Obtenido de EcoStruxure Machine Expert: https://product-help.schneider-electric.com/Machine%20Expert/V1.1/es/SoMProg/SoMProg/FBD_LD_IL_Editor/FBD_LD_IL_Editor-4.htm

Electric, V. (2024). Obtenido de Sensores de proximidad NPN vs PNP (tal como aparece en la versión en español).: <https://viox.com/es/npn-vs-pnp-proximity-sensors/>

Electrical, G. (s.f.). GEYA. Obtenido de Off Delay Timer Relay – Meaning, Working and Application: <https://www.geya.net/es/off-delay-timer-relay-meaning-working-and-application/>

Eléctricos, M. (s.f.). Obtenido de Contactores: Qué son y para qué sirven: <https://motores-electricos.com.ar/contactores-que-son-y-para-que-sirven/>

Electrocenter. (2024). *Electrocenter*. Obtenido de DEXSON P-0068 canaleta ranurada 40×60 gris: <https://electrocenter.ec/producto/dexson-p-0068-canaleta-ranurada-40x60-gris-12xc-a1/>

ElectroJoan. (13 de Febrero de 2021). *Introducción a la lógica ladder*. Obtenido de Electrónica Joan: <https://electrojoan.com/introduccion-a-la-logica-ladder/>

Electroluz. (s.f.). *Electroluz*. Obtenido de Luz piloto LED CHINT ND16-22D/4 amarilla 230 V: <https://electroluz.ec/luz-piloto-led-chint-nd16-22d-4-amarilla-230v/23081>

Electromanía Perú. (s.f.). Obtenido de Conector banana hembra 4 mm – rojo.: <https://www.electromania.pe/producto/conector-banana-hembra-4mm-rojo/>

Electronics, O. (s.f.). *Osaka Electronics*. Obtenido de ¿Qué es una fuente de voltaje?: <https://osakaelectronicsltda.com/blog/recomendaciones/que-es-una-fuente-de-voltaje>

ElectroPreguntas. (s.f.). *ElectroPreguntas*. Obtenido de ¿Cuáles son las luces piloto y su función?: <https://electropreguntas.com/cuales-son-las-luces-piloto-y-su-funcion/>

Electrotec. (s.f.). Obtenido de 4 formas de arrancar un motor eléctrico.: <https://electrotec.pe/blog/ArranqueDeMotoresElectricos>

Elektronik, T. M. (14 de Marzo de 2025). *TME – Transfer Multisort Elektronik*. Obtenido de TME: <https://www.tme.eu/es/news/library-articles/page/64114/lenguajes-de-programacion-de-controladores-plc/#lad>

EnergyLogic Chile. (s.f.). Obtenido de Arranque directo de un motor y componentes claves.: https://energylogic.cl/arranque-directo-motor/?srsltid=AfmBOorVekACj9Uu4ZSX0I9yNCjL1U5ppgYSaJ1yT8_DG9NNY421yQ2L

Enertronic. (s.f.). *Enertronic*. Obtenido de CHINT NP2-BD2 selector 2 posiciones: <https://enertronic.es/es/productos/chint-np2-bd2-selector-2-posiciones/>

Enerxia.net.(s.f.). Obtenido de Enerxia: <https://www.enerxia.net/portal/index.php/automatismos/793-automatismos-codesys-lenguajes-estandarizados-en-iec-61131-diferencias>

Engineering, O. (s.f.). Obtenido de Sondas de nivel: Medición de nivel para líquidos: <https://es.omega.com/prodinfo/sondas-de-nivel-medicion.html>

Estructura de un PLC. (3 de Marzo de 2011). Obtenido de Aplicaciones de PLC: <https://aplicacionesdeplc.blogspot.com/2011/03/estructura-de-un-plc.html>

Ges.m.b.H.), B. (-E. (2008). *Texto Estructurado (ST)*. También se identifica como "TM 246" (*Módulos de Formación*). Eggelsberg, Austria.: B&R (Bernecker + Rainer Industrie-Elektronik Ges.m.b.H.).

GrabCAD. (s.f.). *GrabCAD*. Recuperado el 3 de Julio de 2025, de <https://grabcad.com/library/tablero-de-transferencia-automatica-1>

Iguren. (s.f.). Obtenido de Aplicaciones y usos de los variadores de frecuencia: <https://iguren.es/blog/aplicaciones-y-usos-de-los-variadores-de-frecuencia/>

Improselec. (2020). Obtenido de Contactor 50 A 220 VAC (1 NO-1 NC):

<https://improselec.com/producto/3rt2036-1an20-contactor-50a-220vac-1no-1nc/>
Inducom ECUADOR. (29 de agosto de 2023). Obtenido de Tableros eléctricos: uso y aplicaciones: <https://inducom-ec.com/tableros-electricos-uso-y-aplicaciones/>

Industrias GSL. (16 de Noviembre de 2020). *Industrias GSL*. Obtenido de LOGO! Siemens: la mejor opción para tareas de control simples: <https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/conoce-las-carateristicas-y-funciones-de-logo-siemens?srsId=AfmBOoo4RAXKrRhuzJSpes9NRVLUdqr62dy7BRn1ibLQolbNsC3iSxVm>

Ineldec. (s.f.). *Ineldec SAS*. Obtenido de Porta-fusible y fusibles: <https://ineldec.com/categoria-producto/breakers-fusibles-y-dps-acdc/porta-fusible-y-fusibles/>

InGel-Pro. (Febrero de 2022). *InGel-Pro*. Obtenido de https://ingel-pro.com/curso_autocad_electrical.html

Instruction lists (ILs) for PLC programming. (20 de Junio de 2017). Obtenido de MotionControlTips.: <https://www.motioncontroltips.com/instruction-lists-ils-plc-programming/>

Italli México. (s.f.). Obtenido de Fuente de alimentación para riel DIN 120 W 24 V DC on/off: <https://italli.com.mx/producto/fuente-de-alimentacion-para-riel-din-120w-24vdc-on-off/>

JD Eléctricos. (s.f.). Obtenido de ¿Qué es un tablero eléctrico?: <https://jdelectricos.com.co/que-es-un-tablero-electrico/>

Lepusell. (2025). *Lepusell*. Obtenido de Base portafusibles trifásica 22×58 mm (3 polos): <https://www.lepusell.com/products/base-portafusibles-trifasica-22x58mm>

LOGO! Soft Comfort. . (s.f.). Obtenido de Programas-Gratis.net: <https://logo-soft-comfort.programas-gratis.net/>

LSP Global. (s.f.). Obtenido de Surge Protective Device [Dispositivo de protección contra sobretensiones]: <https://lsp.global/es/surge-protective-device/>

Manel S.A. (s.f.). Obtenido de Arrancador por variador de frecuencia BT – IEC: <https://manelsa.com.pe/equipamiento/arrancador-por-variador-de-frecuencia-bt->

iec/

MAZCR.(s.f.).Obtenido de Guardamotor 4-6.3 AMP.:
<https://mazcr.com/es/guardamotores/2103-guardamotor-4-63-amp.html>

NUEZA., E. (s.f.). *EIVI NUEZA*. Obtenido de
Guardamotors: <https://www.eivinueza.com.ec/automatizacion-y-control/guardamotores/guardamotores.html>

OMCH. (s.f.). Obtenido de ¿Cuál es la diferencia entre sensores de proximidad NPN y PNP?: <https://www.omchsmmps.com/es/npn-and-pnp-proximity-sensors/>

Promelsa. (9 de Febreo de 2024). Obtenido de ¿Qué es un pulsador y cómo elegir el adecuado para tu proyecto o instalación?:
https://www.promelsa.com.pe/blog/post/que-es-pulsador-electrico.html?srsId=AfmBOopk2XDI4eldIKKs34DclqN_SAVsXZzQshToTBP9OchHxqk_qk9

Promelsa. (s.f.). Obtenido de ¿Qué es un motor eléctrico trifásico?: <https://www.promelsa.com.pe/blog/post/que-es-motor-electrico-trifasico.html>

Pyn Pon. (s.f.). *Pyn Pon*. Obtenido de Selector 2 posiciones con retorno: <https://www.pynpon.com/products/product/1562-selector-2-posiciones-con- retorno>

RM Mantenimientos Industriales. (19 de julio de 2020). Obtenido de Características del motor monofásico: <https://jrmmantenimientosindustriales.com/caracteristicas-del-motor-monofasico/>

RS Online. (s.f.). Obtenido de DIN Rails Guide: <https://uk.rs-online.com/web/content/discovery/ideas-and-advice/din-rails-guide>

S.A., T. E. (2023). *TYC America*. Obtenido de Pulsador NO+NC 3P 22 mm con bloque: <https://www.tycamerica.com.ec/shop/pulsador-no-nc-3p-22-mm-con-bloque-42030>

Schneider Electric. (s.f.). Obtenido de ¿Qué es un interruptor diferencial y cómo funciona?: <https://www.se.com/es/es/faqs/FAQ000262343/>

Schneider Electric. (s.f.). Obtenido de ¿Qué es una protección contra sobretensiones?: <https://www.se.com/es/es/faqs/FAQ000134393/>

Schneider Electric. (2019). Obtenido de https://product-help.schneider-electric.com/Machine%20Expert/V1.1/es/SoMProg/SoMProg/SFC_Editor/SFC_Editor-3.htm

Schneider Electric. (2019). Obtenido de https://product-help.schneider-electric.com/Machine%20Expert/V1.1/es/SoMProg/SoMProg/SFC_Editor/SFC_Editor-7.htm

Sensoricx. (s.f.). Obtenido de Arranque estrella-delta con inversor de giro de motor: <https://sensoricx.com/maquinas-electricas/arranque-estrella-delta-con-inversor-de-giro-de-motor/>

Siemens. (1996-2001). *LOGO! Manual*. Siemens AG.

SSDIELECT. (2025). *SSDIELECT Electrónica SAS*. Obtenido de KIT RELE INDUSTRIAL + BASE 220 VAC 8 PINES 10 A PARA RIEL DIN: <https://ssdielect.com/rele-relay-o-relevo/3530-kit-ss127.html>

SWITCHES, H. P. (8 de Agosto de 2023). *ChinaHBAN*. Obtenido de ¿Cómo funciona un interruptor selector de 3 posiciones?: <https://es.chinahban.com/info-detail/3-position-selector-switch>

Technology, E. (19 de Julio de 2023). *Electrical Technology*. Obtenido de Difference Between ON Delay and OFF Delay Timer with Examples: <https://www.electricaltechnology.org/2023/07/difference-between-on-delay-off-delay-timer.html>

Teckhme. (Mayo de 2023). *Autodesk AutoCAD Electrical 2024 Full*. Obtenido de <https://www.teckhme.com/2023/05/autocad-electrical.html>

Tecnología, Á. (s.f.). *areatecnologia*. Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/plc-logo.html>

Termomagnéticos. (17 de Febrero de 2023). Obtenido de ¿Qué es y para qué sirve un contacto auxiliar?: <https://termomagneticos.com/index.php/2023/02/17/que-es-y-para-que-sirve-un-contacto-auxiliar/>

Tomathouse.com. (15 de Octubre de 2019). Obtenido de Electro-ES.: <https://electro-es.tomathouse.com/main/automation/1320-yazyk-funkcionalnyh-blokovyh->

diagramm-fbd-i-ego-primenenie.html

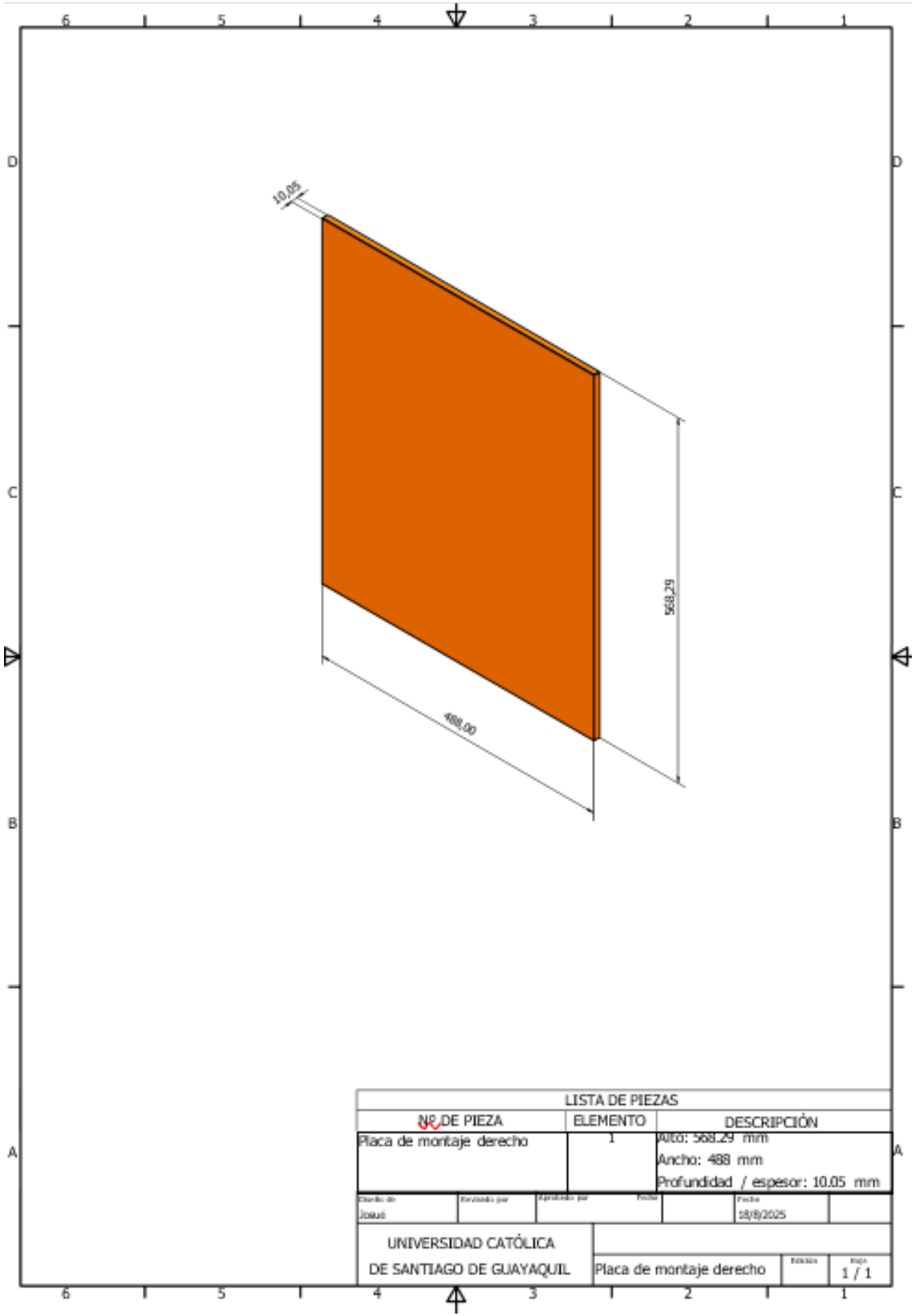
Tramontina. (s.f.). *Tramontina*. Obtenido de Temporizador electrónico Tramontina Off Delay TRE8 AC 230 V 0,1–10 s: <https://global.tramontina.com/es/p/temporizador-electronico-tramontina-off-delay-tre8-ac-230-v-01-a-10-s-58015280>

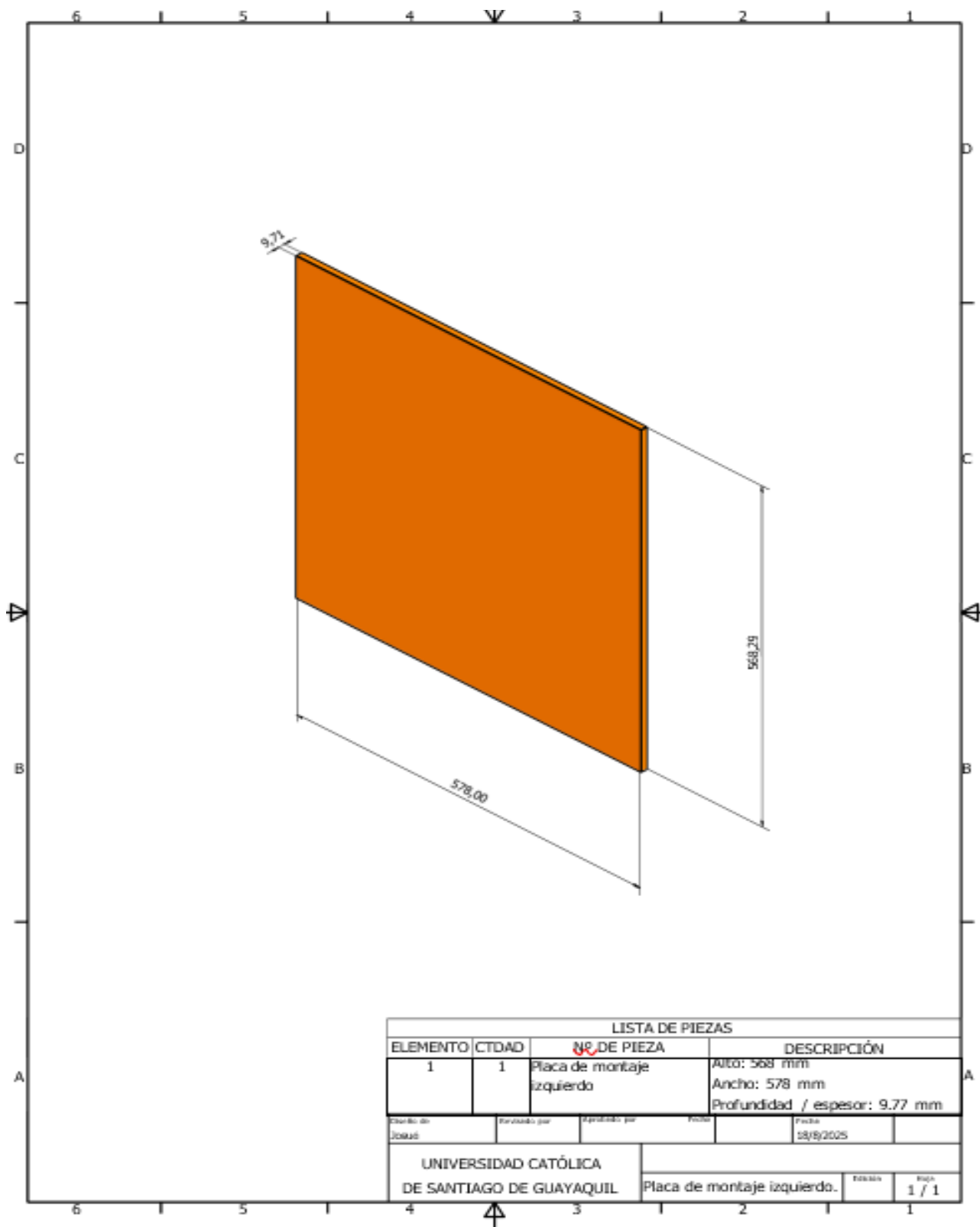
UNIT Electronics. (s.f.). Obtenido de Conector banana hembra 4 mm: <https://uelectronics.com/producto/conector-banana-hembra-4mm/>

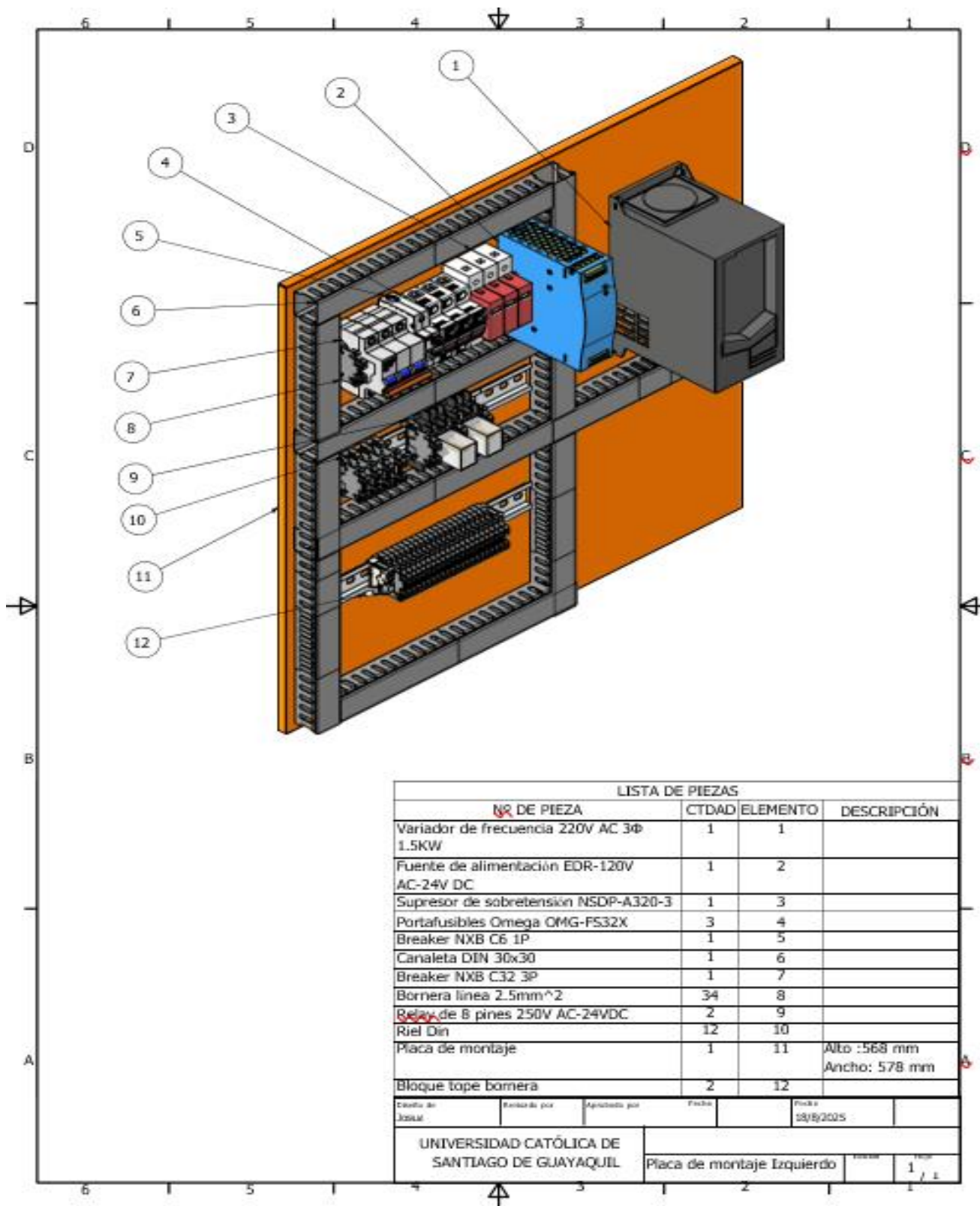
Vinueza, E. I. (s.f.). *Relays*. Obtenido de <https://www.eivinueza.com.ec/automatizacion-y-control/relays/relay.html>

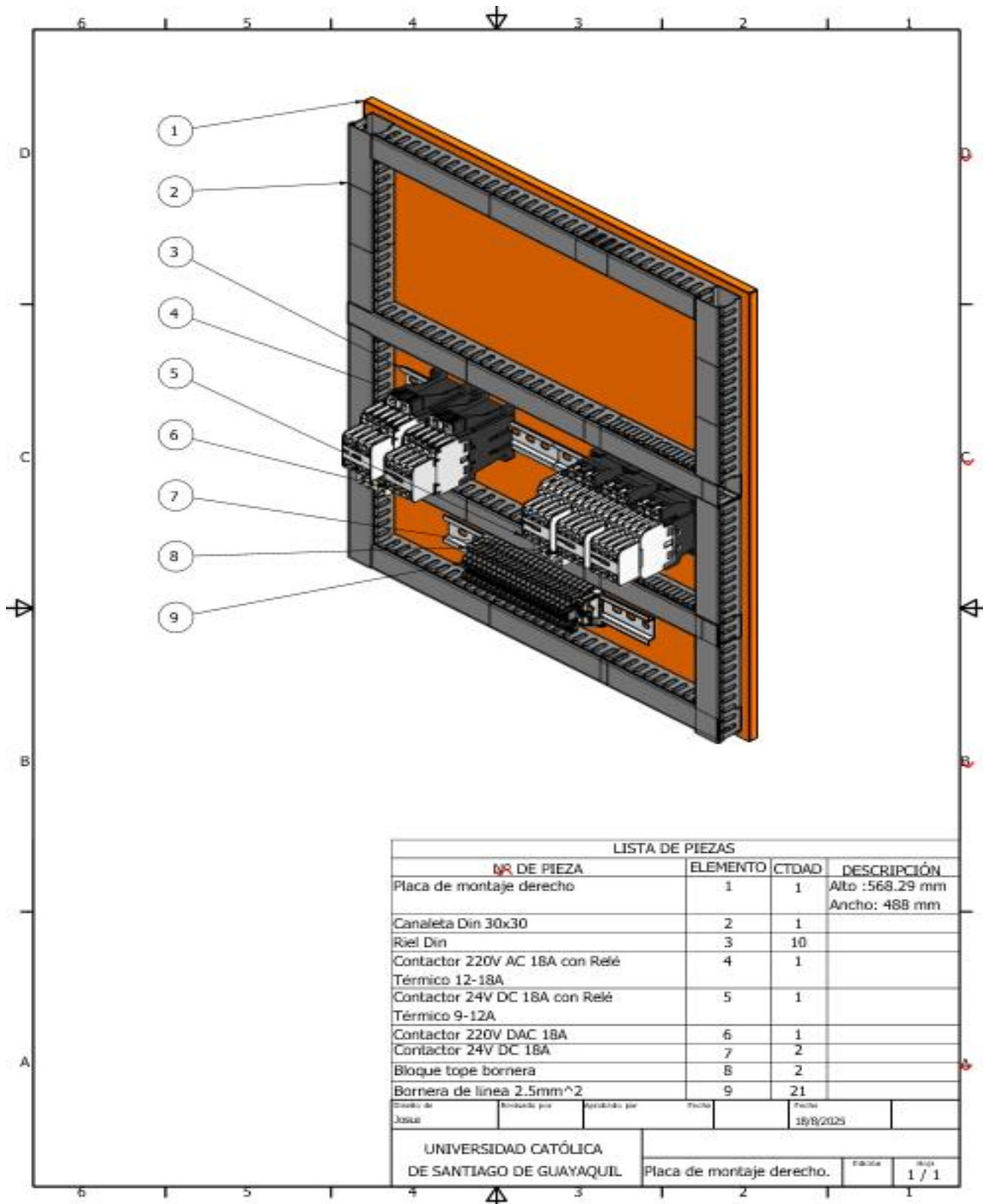
Zuendo. (s.f.). Obtenido de Motor eléctrico y funciones.: https://www.zuendo.com/smartblog/38_motor-electrico-y-funciones.html?srsItid=AfmBOoqJ61PWwlalQBGpuGoyTwGzGuYr4Rjj8ZZ1hRSz5TLkLz4Yv0Zz

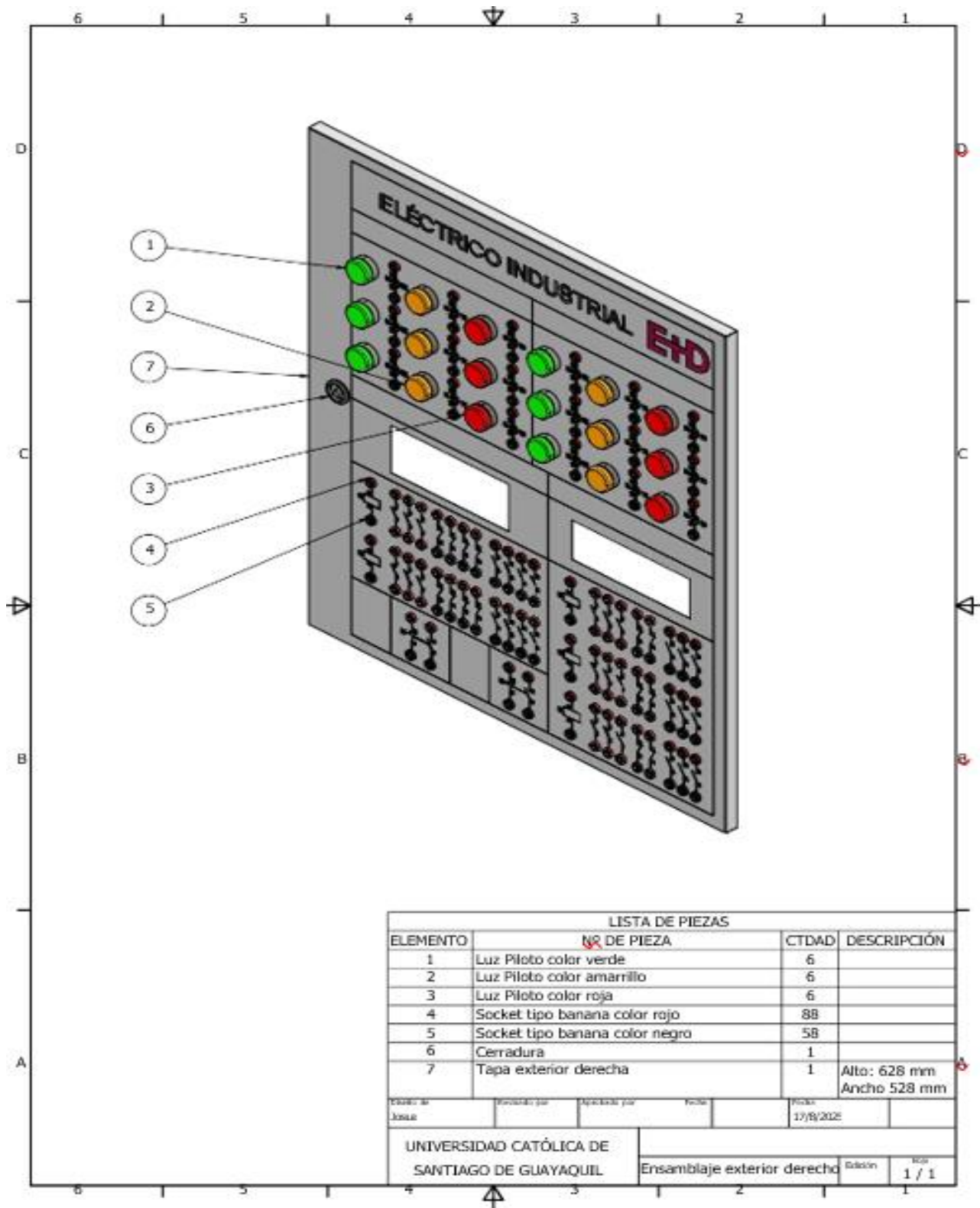
ANEXOS

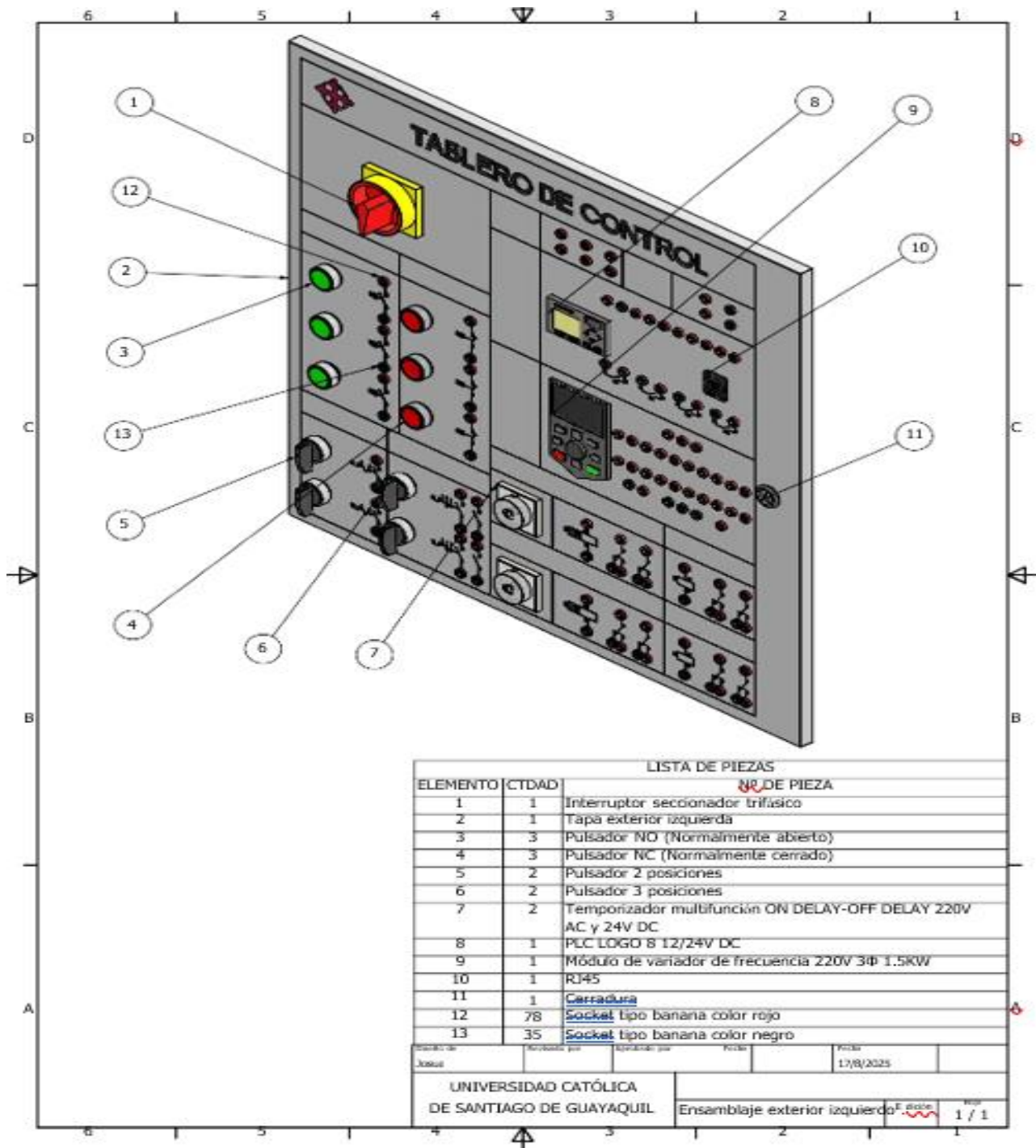














**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Montoya Jiménez Josué Stalin**, con C.C: # 2350108862 autor del trabajo de titulación: **Diseño de un tablero didáctico automatizado con PLC logo para pruebas de arranque de motores y sistemas de control industrial eléctrico para el laboratorio de electrónica de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**, previo a la obtención del título de **Ingeniería en Electricidad** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 02 de septiembre de 2025

f. _____

Nombre: Montoya Jiménez Josué Stalin

C.C: 2350108862



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Diseño de un tablero didáctico automatizado con PLC logo para pruebas de arranque de motores y sistemas de control industrial eléctrico para el laboratorio de electrónica de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.		
AUTOR	Montoya Jiménez Josué Stalin		
REVISOR/TUTOR	Ing. Mero Vallas, Alexander Ronald MsC.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Electricidad		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniería en electricidad		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	02 de septiembre de 2025	No. DE PÁGINAS:	76
ÁREAS TEMÁTICAS:	Control Industrial, Automatización, Motores, Control Industrial		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	PLC LOGO, Automatización, Motores, Control Industrial, Didáctico.		
Resumen: Este proyecto de tesis surge de la necesidad de optimizar los recursos didácticos del Laboratorio de Electrónica de la Facultad Técnica de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. El objetivo principal es el diseño de un tablero didáctico automatizado con PLC LOGO, enfocado en las pruebas de arranque de motores y sistemas de control industrial eléctrico. La falta de máquinas y equipos especiales reduce la experiencia práctica de los estudiantes. La investigación abarcó un estudio exhaustivo sobre las aplicaciones y funcionalidades del PLC LOGO, seleccionándolo por su versatilidad y facilidad de implementación en entornos educativos. Adicionalmente, se desarrolló una guía de prácticas que servirá como material de apoyo para los estudiantes, facilitando el uso del tablero y la comprensión de los conceptos teóricos. Se abordó también el desarrollo de la programación utilizando el software LOGO Soft Comfort, lo que permitirá a los alumnos familiarizarse con los lenguajes de programación estándar en la industria. Este tablero no solo enriquecerá la enseñanza, sino que también preparará a los futuros profesionales con habilidades prácticas y conocimientos actualizados en automatización industrial.			
ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593 0983165878	E-mail: josue.montoya@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ubilla González Ricardo Xavier Teléfono: +593 995147293 E-mail: ricardo.ubilla@cu.ucsg.edu.ec		
SECCION PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACION:			
DIRECCION URL (tesis en la web):			